



Munich Personal RePEc Archive

# **Time-Frequency Analysis of CAPM- Application to the CAC 40-**

MESTRE, Roman and Terraza, Michel

MRE (Montpellier Research in Economics), Université de  
Montpellier

1 October 2017

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/86272/>

MPRA Paper No. 86272, posted 19 Apr 2018 14:49 UTC

# **Analyse Temps-fréquence du MEDAF**

## **-Application au CAC 40 -**

**Roman Mestre**

**MRE (Montpellier Research in Economics), University of Montpellier, Montpellier  
France**

**Michel Terraza**

**MRE (Montpellier Research in Economics), University of Montpellier, Montpellier  
France**

### **Mots-Clés :**

MEDAF, droite de marché, robustesse, Ondelettes, betas fréquentiels, régressions roulantes

### **Résumé :**

L'estimation de la droite de marché suppose implicitement que ses paramètres sont constants au cours du temps. Les investisseurs qui utilisent le beta de cette droite pour construire leur portefeuille ont donc un même comportement quel que soit leurs horizons d'investissement. Nous discutons cette hypothèse dans cet article en utilisant la technique des ondelettes fournissant les évolutions temporelles des différentes fréquences de trading. Nous retenons comme échantillon la période 2005 à 2015 qui couvre à la fois des évolutions calmes et perturbées du CAC 40 et de ses composantes. Nous vérifions le résultat attendu des insuffisances statistiques de la droite de marché et de la forte volatilité de ses paramètres. Nous montrons qu'il existe une droite de marché qui se différencie au cours du temps, révélant des modifications importantes du beta que nous utilisons pour regrouper les composantes du CAC selon leurs caractéristiques. Le recours aux ondelettes améliore notablement nos résultats ainsi que le choix de l'utilisateur en matière d'élaboration de ses portefeuilles selon l'horizon de ses placements. En particulier, nous montrons que le fait de retenir des droites de marché globales revient, quelle que soit la période, à considérer que la sélection des actions par le beta est celle qui correspond à un horizon de court-terme. Nous proposons alors à partir de l'analyse temps-fréquence une construction méthodologique qui conduit à un canevas des caractéristiques des actions, utile aux gestionnaires de portefeuille.

# **Time-Frequency Analysis of CAPM**

## **–Application to the CAC 40 –**

**Roman Mestre**

**MRE (Montpellier Research in Economics), University of Montpellier, Montpellier  
France**

**Michel Terraza**

**MRE (Montpellier Research in Economics), University of Montpellier, Montpellier  
France**

### **Keywords**

Market Line, robustness, Wavelets, MODWT, Frequency Betas, Rolling Regression

### **Abstract:**

The market's line estimation implicitly assumes that its parameters are constant over time. Investors, who use the beta of this line for build their portfolio, have a similar behavior whatever their investment horizon. We discuss this hypothesis in this article using the technique of wavelets providing the time evolution of different frequencies trading. We have a sample period 2005 - 2015 covering both quiet and disturbed fluctuations of the CAC 40 and its components. We verify the expected result of market's line statistical weaknesses and the high volatility of its parameters. We show that there is a market 's line which differs over time, revealing significant changes of the beta, and we use this results to group the components of the CAC according to their characteristics. The use of wavelets notably improves our results and user's choice concerning his portfolios elaboration according to the horizon of its investments. Particularly, we show that keep overall market's line, whatever the period, is equivalent to consider stock selection by the beta for a short-term horizon. So we propose a methodology based on time-frequency analysis that lead to an overview of stock characteristics useful to portfolio managers.

La théorie moderne du portefeuille, initiée par Markowitz (1952) et prolongée par Sharpe, Lintner et Mossin durant les années 1960 se base sur le modèle d'évaluation des actifs financiers (MEDAF). L'idée novatrice est celle du risque systématique. Il s'agit du risque de l'actif qui est dû à son lien avec le marché (le système). Sharpe constate que pour des actifs ayant le même niveau de risque total, certains présentent une rentabilité plus élevée car ils possèdent un risque systématique fort. Il définit alors le principe de la prime de risque : un actif doit présenter une rentabilité plus élevée pour compenser le risque supplémentaire par rapport à un actif sans risque.

Le MEDAF implique que le marché est le seul facteur de risque pour une action et la sensibilité de l'action au marché est mesurée par le beta (risque systématique). Cette hypothèse fut testée à plusieurs reprises dans de nombreuses études économétriques. Les premières, réalisées à la fin des années 1960, tendent à confirmer le modèle, même si les travaux de Sharpe et de Cooper en 1972 mettent l'accent sur plusieurs biais statistiques liés aux méthodes d'estimation. Ces résultats sont confortés à partir de travaux comme ceux de Black, Jensen et Scholes (1972) et de Fama et MacBeth (1973) sur des données américaines. Ces auteurs mettent en évidence l'instabilité des paramètres et notamment celui du Beta selon la période retenue où la fréquence des données. Ces conclusions restent identiques pour les bourses européennes (Cf. par exemple Pogue et Solnik 1974). La critique la plus importante du modèle est celle formulée par Fama et French en 1992. Pour ces auteurs le « beta est mort » à cause du nombre important de faits stylisés non-considérés par le MEDAF. Le débat sur la validité du modèle reste cependant ouvert car le beta est toujours utilisé par les investisseurs comme indicateur de risque lors de la construction d'un portefeuille. L'hypothèse que le beta reste constant sur la période d'estimation fait partie de cette remise en cause car elle considère que les agents ont un comportement identique lors de la construction de leurs portefeuilles. Ils sélectionnent leurs actifs de façon homogène avec les mêmes caractéristiques mais adapté à leur appétence, alors que rien ne certifie qu'ils aient des horizons d'investissement identiques. Certains ont un trading de haute fréquence comme les banques qui utilisent des algorithmes automatiques d'achat et de vente, tandis que les fonds communs de placements (FCP ou OPCVM) ont une vision à plus long-terme. Si deux agents investissent dans le même actif mais sur des horizons différents alors ils n'ont pas forcément le même risque. Il est possible, en effet, qu'en fonction de la fréquence, le risque systématique soit différent, il serait alors relié à un horizon temporel. En d'autres termes, selon la fréquence d'élaboration d'un portefeuille, l'investisseur aurait un comportement différent qui se traduit par une évolution différenciée de sa valeur.

Pour vérifier cette hypothèse, nous recourons, dans cet article, à la décomposition fréquentielle des cours améliorée par une localisation temporelle. Il s'agit de la méthode des ondelettes et de l'analyse multirésolution (MRA) (Cf. les travaux de Mallat et de Meyer). Les ondelettes sont des fonctions de l'espace  $L^2$  d'Hilbert, qui servent à transformer un signal par l'utilisation d'une fonction-mère. Celle-ci est translatée et dilatée pour constituer une transformée en ondelettes du signal d'origine. La reconstruction se réalise grâce aux coefficients d'ondelettes obtenus lors de la décomposition. La MRA est un procédé consistant à projeter, à l'aide des ondelettes, le signal dans des sous-espaces emboîtés de résolution

croissante. Ces sous-espaces peuvent être assimilés à la quantité d'information disponible pour un niveau de résolution donné : plus le niveau est élevé plus nous captons d'information sur le signal. Nous sommes alors en mesure d'étudier le comportement du signal par niveaux de fréquence tout en ayant une localisation temporelle par bandes de fréquence. Ce procédé est parfaitement adapté à notre problématique. La décomposition MRA conduit à des séries financières décomposées en sous-séries (ou bandes) relatives à différents niveaux de fréquence. Ce type de décomposition a fait l'objet de publications de Gençay et al (2002 et 2005) portant sur des données américaines, allemandes et anglaises. Ils vérifient l'existence du risque systématique au niveau fréquentiel et la pertinence des relations du MEDAF à moyen et long terme.

Nous appliquons la relation du MEDAF aux 30 actions pérennes du CAC 40 français pour la période journalière de Janvier 2005 à Décembre 2015. Cette période couvre à la fois des périodes calmes et tumultueuses du marché comme la crise des « subprimes ». Le taux sans risque retenu est le taux OAT à 10ans<sup>1</sup>. Dans une première partie, nous estimons les paramètres de la droite de marché et nous vérifions leurs instabilités au cours du temps. Nous proposons, par la suite, de recourir aux ondelettes pour construire des MEDAF temps-fréquence qui prennent en compte les comportements hétérogènes des agents. Nous montrons qu'il est alors possible pour un gestionnaire de portefeuille d'effectuer des choix plus différenciés en fonction des betas fréquentiels<sup>2</sup>.

## I. Estimation globale du MEDAF:

Sharpe définit le MEDAF par l'équation de la Securities Market Line (ou SML)

$$E(R_i) = r_f + \beta_i(E(R_m) - r_f) \quad (\text{SML})$$

$E(R_i)$  est l'espérance de la rentabilité  $R_i$  de l'actif  $i$ ,  $r_f$  (risk free) est le taux sans risque,  $\beta_i$  est le beta ou risque systématique,  $E(R_m)$  est l'espérance de la rentabilité  $R_m$  du marché  $m$ .

Pour les calculs on utilise traditionnellement la réécriture de l'équation SML en termes de prime de risque appelée droite de marché:

$$r_{i,t} = \alpha_i + \beta_i r_{m,t} + \varepsilon_{i,t}$$

La prime de risque de l'actif  $i$  notée  $r_{i,t}$  (et celle du marché  $r_{m,t}$ ) est l'espérance de rentabilité de l'actif  $i$  (respectivement du marché) réduite du taux sans risque  $r_f$ .  $\varepsilon_{i,t}$  est un processus i.i.d  $(0, \sigma_\varepsilon)$ .

Ce modèle est estimé globalement sur les 30 actions retenues. Nous étudions la sensibilité de son beta selon différentes périodes et les caractéristiques de sa volatilité sont obtenues par des estimations forwards du modèle.

## 1) Estimation de la droite de marché sur la période 2005-2015:

L'estimation des paramètres de la droite de marché par la méthode des MCO, nécessite la stationnarité des primes de risque  $r_{i,t}$  et  $r_{m,t}$ . Ces primes de risques résultent de la différence entre les rendements et le taux sans risque. Le test de Phillips-Perron, qui prend en compte les caractères d'autocorrélation et d'hétéroscédasticité, accepte l'hypothèse de racines unitaires dans les séries brutes en logarithme. Le calcul des rendements s'effectue ainsi sans introduction de structures factices et ce même test (associé à celui de KPSS) appliqué aux primes de risque conclue à leurs stationnarités (Cf. annexe 1).

Les résidus de l'estimation des droites de marché par les MCO, sont autocorrélés, hétéroscédastique et non-normaux (Cf. Annexe 2). La propriété de variance minimale n'étant pas respectée, les régressions sont ainsi réitérées en faisant appel aux Moindres Carrés Quasi-Généralisés (MCQG) associés la matrice de Newey-West qui est plus robuste aux anomalies de formes inconnues de l'autocorrélation et de l'hétéroscédasticité.

Le tableau 1 rassemble les résultats de ces estimations et les principaux tests concernant les paramètres, les coefficients de déterminations et ceux relatifs aux résidus. Les actions Air Liquide, Essilor, L'Oréal, Schneider, Sodexo et Vinci sont les seules à posséder des constantes significativement différentes de zéro. Pour ces actions, la condition nécessaire à la validation du MEDAF n'est donc pas respectée. Pour les autres, le résultat est conforme à l'estimation d'une régression sur variables centrées comme l'indique les tests de nullité réalisés sur la moyenne des primes de risque (Cf. Annexe 3). Le marché est donc le seul facteur qui influence les performances des actifs. Les tests sur les betas et sur les coefficients de détermination acceptent l'hypothèse de significativité, mais on constate pour la majorité des actions et malgré les MCG, la présence dans les résidus d'autocorrélation et d'hétéroscédasticité couplée avec une forte non-normalité. Malgré ces insuffisances statistiques, il est possible, à l'aide des betas, de différencier aisément les actions entre elles. Par exemple, les actions financières ont plutôt un beta fort comparées aux actions du secteur communication comme Vivendi et Publicis. Elles se révèlent ainsi les plus sensibles aux fluctuations du CAC 40. Il est donc possible, comme nous le verrons ultérieurement, de regrouper à l'aide du beta, de ses caractéristiques et de ses évolutions temporelles, différentes actions entre elles.

*Tableau 1 - Résultats des régressions avec les MCQG*

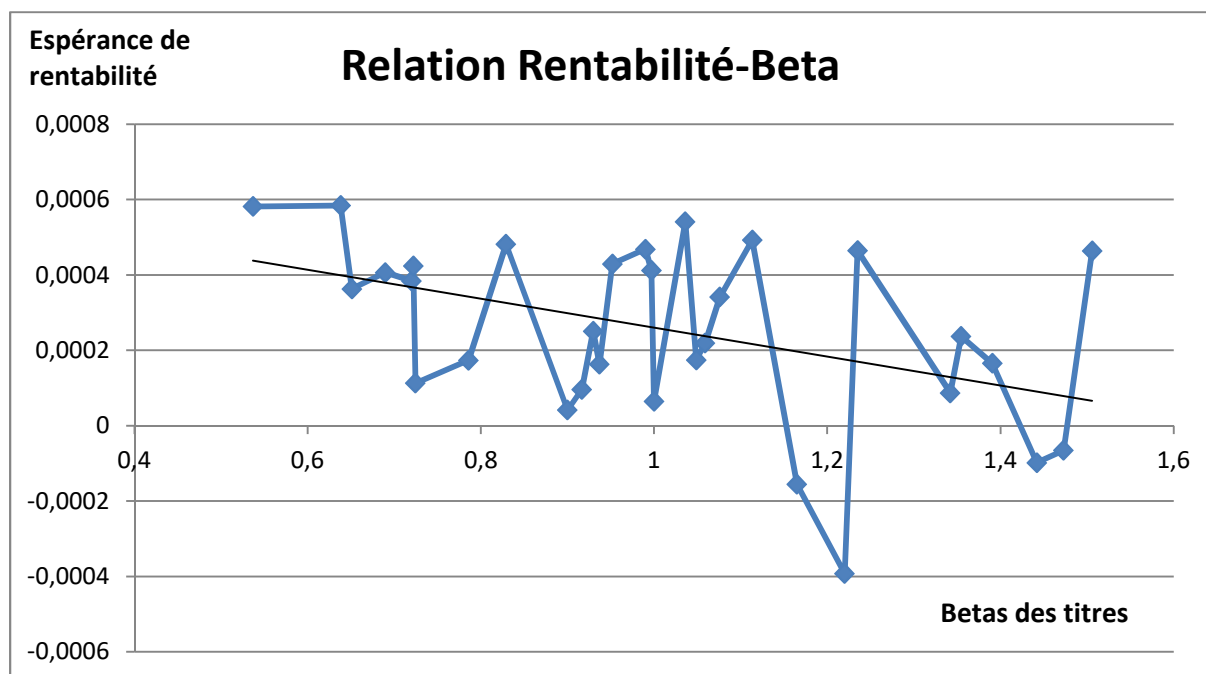
MCQG	Beta	T-Stat	Constante	T-Stat	R <sup>2</sup>	LB	ARCH	JB
Accor	0,99	24,85	0,000403	1,73	0,47	13,56	16,49	5812,89
Airbus	0,95	30,9	0,000363	1,11	0,35	13,81	0,83	106016
Alcatel	1,22	36,93	-0,000446	-0,95	0,32	1,34	34,01	14326,7
Air Liquide	0,83	29,81	0,000409	2,9	0,65	13,11	57,43	6729,28
AXA	1,51	31,74	0,000425	1,81	0,68	21,07	62,13	41993,2
BNP	1,39	13,38	0,00012	0,46	0,61	29,64	311,01	36979,6
Bouygues	1,06	34,65	0,000157	0,63	0,51	0,3	57,04	1774,4
CA	1,44	21,91	-0,000141	-0,47	0,56	13,97	161,13	7641,56
Carrefour	0,9	26,56	-3,39E-05	-0,14	0,48	2,83	76,2	3926,46
Danone	0,65	31,47	0,000277	1,64	0,41	9,19	231,21	4778,36
Essilor	0,54	13,16	0,000501	2,64	0,31	11,92	105,44	16498,4
GDF	0,94	21,81	9,33E-05	0,47	0,5	30,29	20,3	164186
Gemini	1,04	41,79	0,000476	1,86	0,48	10,45	14,25	2722,26
St-Gobain	1,34	29,81	3,65E-05	0,18	0,67	12,37	222,05	15224,2
L'Oréal	0,72	22,52	0,000346	2,03	0,48	26,83	40,74	4951,32
LVMH	1	36,81	3,48E-04	1,91	0,62	13,24	38,34	10867,6
Michelin	1,08	24,89	0,000281	1,29	0,49	13,96	29,17	3655,4
Orange	0,73	18,83	3,50E-05	0,16	0,43	17,7	37,81	4480,43
PSA	1,17	27,4	-0,000211	-0,53	0,39	7,69	116,57	1614,53
Publicis	0,72	43,9	0,000306	1,52	0,43	28,88	70,5	1972,62
Renault	1,36	30,46	0,00019	0,55	0,55	12,36	122	2371,17
Ricard	0,69	14,87	0,000327	1,77	0,36	31,55	143,78	8181,13
Schneider	1,24	52,97	0,000412	2,13	0,68	25,79	41,25	976,5
Sodexo	0,64	16,67	0,000502	2,6	0,36	10,21	21,25	9219,78
SG	1,47	16,48	-0,000106	-0,39	0,56	65,51	304,57	13567,8
Technip	1,05	27,25	0,000113	0,35	0,39	17,01	30,72	6149,54
Total	0,93	20,68	0,000183	1,19	0,67	11,82	155,56	2095,14
Veolia	0,92	24,27	2,78E-05	0,09	0,39	8,31	1,58	160406
Vinci	1,11	27,05	0,000434	2,62	0,67	5,19	208,29	5024,85
vivendi	0,79	47,02	9,86E-05	0,52	0,52	4,9	16,85	7732,78

Pour un risque de 5%, Colonne LB ( test de Ljung-Box):  $\chi^2(5)=11,1$ ; Colonne ARCH (test ARCH-LM):  $\chi^2(2)=5,99$ ;  
Colonne JB (test de Jarque-Bera):  $\chi^2(2)=5,99$ .

Pour un seuil de 5%, la valeur de la statistique de Fisher est égale à 3.85 et tous les coefficients de détermination sont significativement différents de zéro.

D'après la théorie du MEDAF une action avec un beta fort (risque systématique élevé) doit avoir comme conséquence une rentabilité plus élevée qu'une action à beta faible. Le graphique 1 représente en ordonnées l'espérance des rentabilités des actions (son représentant la moyenne) en fonction des betas en abscisses.

*Graphique 1-Relation Espérance de rentabilité-Beta:*



Estimation par les MCO

L'estimation par les MCO de la droite de régression conduit aux résultats suivants :

Pente	T-Stat	Constante	T-Stat	R <sup>2</sup>	LB	ARCH	JB
-0,00038	-2,57	0,000644	4,128	0,19	3,6	4,5	0,96

La tendance baissière de cette droite possède des coefficients significativement différents de zéro. La constante qui représente l'espérance du taux sans risque et la pente (représentant l'espérance de la prime de risque du marché) s'établissent respectivement à 0.000644 et à -0.00038. Cette droite est robuste d'après les tests sur ses résidus.

Ce résultat est aussi en contradiction avec la théorie du MEDAF, car il implique une prime de risque du marché négative. La période considérée peut en être la cause. Elle rassemble en effet de nombreux chocs comme la crise financière de 2008 et la crise de la dette souveraine en 2011-2012. On peut, de ce fait, supposer qu'en période de crise, les actions les plus sensibles aux marchés subissent des pertes qui ne sont pas nécessairement compensées par leurs gains, elles ne peuvent donc fournir une prime de risque suffisamment importante sur la période.



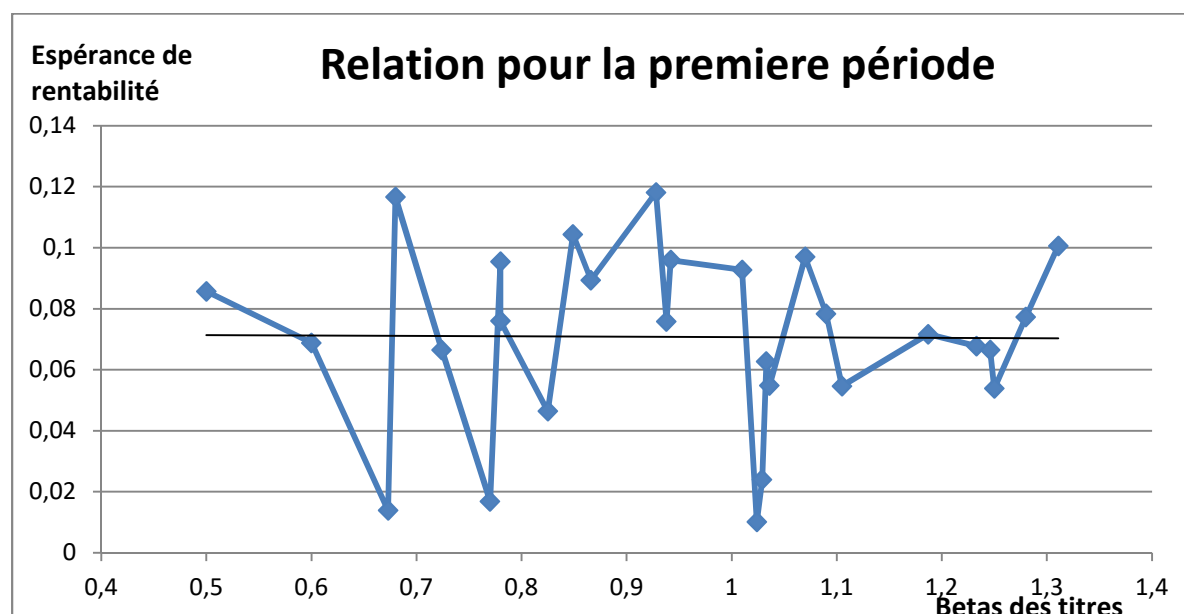
## 2) Estimation par période des paramètres :

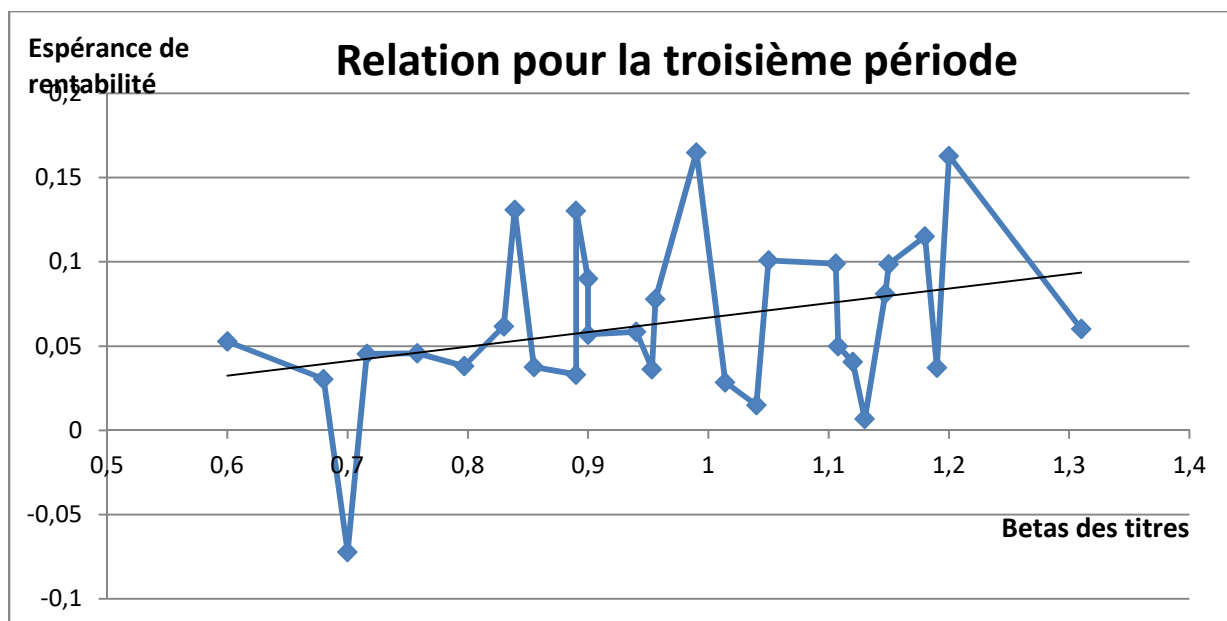
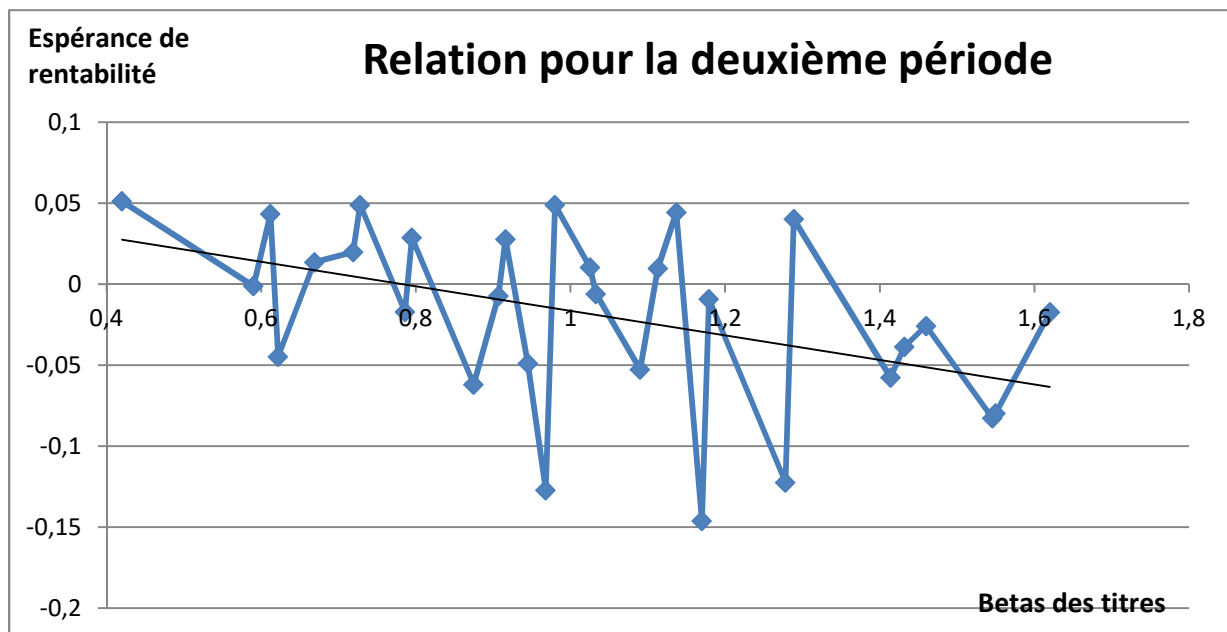
Notre échantillon d'origine est divisé en 3 périodes, sur lesquelles nous estimons les paramètres de la droite de marché. La première période s'étend de janvier 2005 à décembre 2007 et correspond à une période « calme » où le marché est en expansion. La seconde période s'étale de janvier 2008 à décembre 2012 ; elle comprend l'écèlement de la bulle immobilière, la forte baisse qui s'en est suivie et la dette souveraine en Europe en 2010-2011. C'est une période sur laquelle les événements ont particulièrement perturbé le marché. La dernière période, de 2013 à 2015, couvre une période de relance de l'économie.

Les résultats des estimations des droites de marché sont consignés en annexe 4. Ils indiquent que le MEDAF est bien dépendant de la période considérée : sur les deux périodes « calmes » les résidus sont moins autocorrélés et plus homoscedastiques pour la majorité des actions. Les betas sont volatils, à l'image de certaines actions qui ont un beta plus fort durant la crise, comme les action financières et industrielles (Renault, PSA, Saint-Gobain...) alors que d'autres actions comme Danone et Essilor ont un beta plus faible. En moyenne sur les périodes calmes les betas sont plus faibles que sur la période crise, de même pour les coefficients de détermination qui sont plus forts durant cette période. Les fluctuations du marché ont alors une influence plus importante sur les actions lors des périodes agitées. On peut constater que les résidus présentent d'avantages de biais statistiques durant la période de crise, ce qui confirme l'impact de la crise sur la valeur des betas.

La validité du MEDAF par période peut, comme précédemment, être étudiée en recourant aux relations Espérance-Beta. Les graphes de ces relations avec estimation de la tendance par les MCO sont consignés dans les graphiques 2.

*Graphique 2-Relation Espérance de rentabilité-Beta:*





*Estimation des tendances par les MCO :*

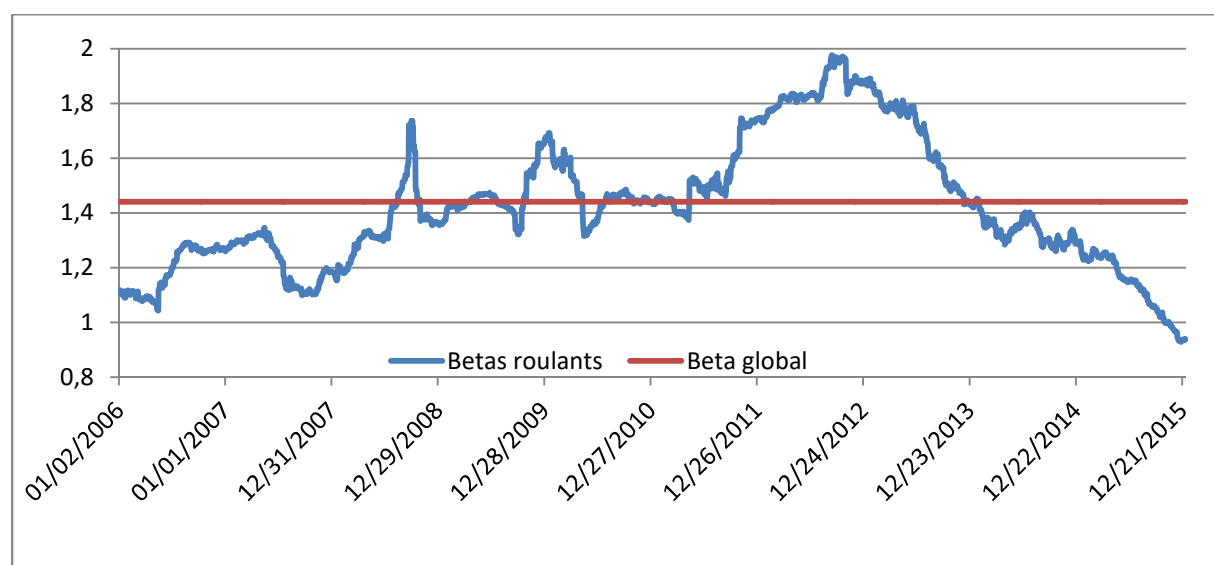
	Pente	T-Stat	Constante	T-Stat	R <sup>2</sup>	LB	ARCH	JB
Période 1	-0,0012	-0,046	0,072	2,8	0	5,78	0,4	1,52
Période 2	-0,075	-2,6	0,059	1,88	0,19	6,72	0,79	2,89
Période 3	0,086	1,77	-0,019	-0,41	0,1	1,83	1,16	0,11

La relation espérance-beta sur la première période est constante, selon la T-stat de la pente, ce qui indique que le risque systématique n'a aucune influence sur la rentabilité d'un actif. En revanche, la pente est légèrement croissante sur la troisième période pour un seuil de 10%. La décroissance de la prime de risque durant la « crise » n'est pas le résultat attendu selon la théorie du MEDAF. Cela indique que plus le risque est fort plus une action a une rentabilité faible (voire négative). Ce constat n'est pas en soit choquant car en période de crise le risque est avéré, et pour des actions fortement sensibles aux fluctuations du marché, leurs rentabilités ne peuvent être que faibles. En définitive les relations Espérance-Beta rejettent la validité du MEDAF avec quelques nuances pour la période de crise.

### 3) Analyse de l'instabilité temporelle du beta :

Les betas estimés jusqu'à présent obéissent à l'hypothèse ad hoc de stabilité temporelle de la régression. Pour vérifier ou rejeter cette hypothèse, nous recourons à des régressions roulantes forwards avec une fenêtre de 260 jours soit 1 an en jours ouvrés de trading. Le graphique 3 présente, à titre d'exemple, pour l'action Crédit Agricole, le beta par année glissante sur la période globale. En le comparant au beta constant estimé du tableau 1, on peut visualiser le phénomène d'instabilité du beta, et ce constat perdure pour toutes les actions sur les 3 sous-périodes (Cf. Annexe 5).

*Graphique 3 : betas roulants du crédit agricole :*



Pour caractériser la volatilité du beta en fonction des différentes actions nous élaborons des tableaux pour les 4 périodes (la globale et les 3 sous-périodes) selon les considérations suivantes :

- Les betas estimés sont testés par rapport à 1 et classés par décroissance de leur écart-type calculé par les régressions roulantes. On obtient ainsi 3 groupes de titres classés selon leur degré de volatilité (les 3 premières colonnes des tableaux suivants).
- Pour sélectionner les betas égaux à 1, la t-stat se révèle parfois insuffisante en raison de titres dont le beta fluctue autour de 1 sans se stabiliser. Nous choisissons de comptabiliser dans les 3 colonnes suivantes, les pourcentages de beta inférieurs,

supérieurs et égaux à 1. Nous regroupons alors un ensemble de titres (un reste) qui ne peut pas appartenir aux 2 autres groupes pour lesquels les actions ont un beta supérieur à 1 ou inférieure à 1 et qui sont plus résistants.

- Pour caractériser la volatilité des betas, nous portons dans les 3 dernières colonnes les pourcentages de beta à l'intérieur ou à l'extérieur d'un intervalle de confiance du beta de la droite de marché estimée sur la période. La volatilité peut ainsi résulter d'un excès supérieur ou inférieur par rapport au beta de la période.

Le tableau 2 résume pour la période globale les résultats obtenus en suivant cette procédure. Le premier groupe rassemble les actions pour lesquelles le beta est inférieur à 1, le second celles avec un beta égal à 1 et le troisième les actions pour le beta supérieur à 1. L'annexe 6 consigne les résultats pour les sous-périodes.

*Tableaux2 : Représentation de la volatilité des betas pour la période globale :*

Classes	Période globale	Beta Global	t-stat à 1	ET des betas	% beta < 1	% beta =1	% beta >1	% inf à IC	% dans IC	% sup à IC
<b>Betas inférieurs à 1</b>	Publicis	0,72	-17,93	0,07	100,00	0,00	0,00	51,89	23,66	24,45
	GDF	0,94	-3,57	0,09	58,80	40,94	0,27	44,04	25,03	30,93
	Vivendi	0,79	-15,26	0,11	93,18	3,11	3,72	35,19	16,72	48,10
	Air Liquide	0,83	-14,93	0,11	83,40	16,60	0,00	34,65	8,78	56,57
	Ricard	0,69	-17,89	0,11	100,00	0,00	0,00	76,73	7,75	15,52
	L'Oréal	0,72	-19,97	0,12	97,82	2,19	0,00	41,24	12,77	45,99
	Danone	0,65	-23,84	0,12	99,62	0,38	0,00	30,85	49,06	46,99
	Total	0,93	-5,77	0,13	60,98	24,49	14,53	49,41	12,50	38,10
	Sodexo	0,64	-22,65	0,16	97,39	2,11	0,50	60,60	8,36	31,04
	Airbus	0,95	-2,00	0,17	47,79	20,55	31,66	40,20	19,02	40,78
	Veolia	0,92	-3,90	0,20	80,38	2,77	16,86	68,69	11,89	19,43
	Essilor	0,54	-31,03	0,21	93,48	6,52	0,00	40,05	6,21	53,74
	Carrefour	0,90	-5,75	0,21	56,42	13,91	29,67	53,35	2,61	44,04
	Orange	0,73	-17,60	0,21	70,83	12,46	16,71	36,22	11,81	51,97
<b>Betas égaux à 1</b>	LVMH	1,00	-0,21	0,11	27,75	51,78	20,47	36,41	29,32	34,27
	Gemini	1,04	1,80	0,19	36,60	18,86	44,54	45,61	10,62	43,77
	Accor	0,99	-0,52	0,21	59,41	8,93	31,66	40,20	19,02	40,78
<b>Betas supérieurs à 1</b>	Schneider	1,24	14,72	0,14	4,40	8,06	87,54	41,81	20,05	38,14
	Bouygues	1,06	3,02	0,14	32,00	20,09	47,91	43,30	20,98	35,72
	PSA	1,17	6,04	0,15	12,46	12,11	75,43	39,06	26,44	34,50
	Vinci	1,11	7,85	0,16	19,66	19,86	60,48	50,94	18,21	30,85
	Renault	1,36	15,48	0,17	0,00	4,22	95,78	55,62	17,56	26,83
	Alcatel	1,22	6,66	0,17	8,43	17,79	73,78	41,17	23,80	35,03
	Michelin	1,08	3,70	0,17	24,65	30,29	45,07	51,28	18,33	30,39
	St-Gobain	1,34	19,45	0,18	3,68	11,27	85,05	42,81	39,56	17,63
	AXA	1,51	26,20	0,21	0,00	0,00	100,00	69,49	4,14	26,37
	BNP	1,39	18,84	0,21	0,00	0,00	100,00	53,00	15,65	31,35
	Technip	1,05	1,99	0,22	35,42	21,51	43,08	44,57	21,55	33,88
	CA	1,44	18,46	0,23	0,81	2,04	97,16	49,37	29,43	29,44
	SG	1,47	19,28	0,30	0,00	0,00	100,00	52,08	6,60	41,32

Le premier constat qui émerge de ces calculs concerne le nombre d'actions différentes en nature et en nombre selon les classes de beta et les périodes. Il conforte l'hypothèse d'instabilité de la droite de marché au cours du temps. Pour la première période, on remarque qu'il y a environ autant d'actions dans chaque classe et donc une diversité de profil d'action plutôt équitable. En revanche en période de crise, il y a beaucoup moins d'action avec des betas égaux à 1, et d'avantages de betas supérieurs à 1. Les actions ont, de plus, des betas plus volatils durant la crise ce qui se traduit par une non-robustesse plus accentuée et un pourcentage de betas moins nombreux dans l'intervalle de confiance. Considérons pour illustrer notre classification les actions Publicis (avec un beta inférieur à 1) LVMH (avec un beta égal à 1) et Schneider (avec un beta supérieur à 1). La première possède un écart-type faible expliqué par un pourcentage maximum de betas inférieurs à 1 et une volatilité due à des valeurs inférieures à l'intervalle de confiance. L'action LVMH accepte l'hypothèse du beta égal à un et les pourcentages de beta sont équirépartis autour de l'intervalle de confiance, ce qui caractérise sa volatilité. L'action Schneider (avec un beta supérieur à 1) a l'écart-type le plus faible de son groupe. Elle est majoritairement constituée de betas supérieurs à 1. Dans ce cas, sa volatilité est proche de l'action précédente.

Une action est considérée comme robuste si la grande majorité de ses betas roulants sont dans la même classe que le beta global pour la période (par exemple Publicis). A contrario, certaines actions ont des betas instables car ils changent de catégorie. Il en est ainsi de l'action Gemini qui possède sur la période globale un beta égal à un avec une volatilité importante illustrée par seulement 10.62% de ses valeurs dans l'intervalle de confiance autour du beta estimé. Ce résultat est globalement différent lorsqu'on le compare par période. Sur la première période le beta est significativement supérieur à 1 avec une volatilité faible alors que sur la troisième le beta est significativement inférieur à 1 avec toujours une faible volatilité. C'est sur la période plus mouvementée que le beta est égal à 1 avec une volatilité plus forte. Cet exemple est représentatif de la volatilité temporelle des betas des différentes actions même s'il est possible de trouver des actions résistantes (comme Publicis). On peut aussi réaliser des synthèses en fonction du secteur économique, le secteur financier présente des betas majoritairement supérieurs à 1 mais très volatils (comme le secteur automobile), à l'inverse le secteur Média-Publicité présente des actions à betas majoritairement inférieurs à 1 avec une volatilité assez faible. Il est possible de construire, à partir de ces tableaux, un canevas d'actions dans lequel le gestionnaire de portefeuille peut puiser selon son choix. En rajoutant l'hypothèse de l'horizon temporel, nous amplifions et améliorons ses possibilités d'investissement.

## II. Analyse du MEDAF fréquentiel :

La MRA des primes de risque des titres et du CAC 40 utilise la technique des ondelettes. Il s'agit d'une prolongation de l'analyse spectrale issue des travaux de Fourier dans le sens où elle permet d'évaluer l'évolution temporelle des valeurs spectrales pour différentes fréquences.

Une ondelette  $\Psi$  de moyenne nulle et normalisée s'écrit\* :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \Psi(t) dt = 0$$

Elle est translatée par un paramètre  $\tau$  et dilatée par un paramètre d'échelle  $s$  :

$$\Psi_{\tau,s}(t) = \frac{1}{\sqrt{s}} \Psi\left(\frac{t-\tau}{s}\right)$$

La transformée en ondelettes continue d'une fonction temporelle  $x(t)$  réalisation d'une fonction aléatoire de même nom par rapport à une ondelette  $\Psi(t)$  d'échelle  $s$  et de position  $\tau$  est fournie par la convolution :

$$W_x(\tau, s) = \frac{1}{\sqrt{s}} \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \Psi^*\left(\frac{t-\tau}{s}\right) dt$$

Avec  $\Psi^*$  le conjugué complexe de  $\Psi(t)$ .

Ainsi la transformée en ondelette est une somme infinie d'ondelettes découlant d'une fonction-mère choisie « arbitrairement » (mais sous certaines conditions).

La transformée inverse en ondelettes s'écrit alors de la manière suivante :

$$x(t) = \frac{1}{C_\Psi} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \Psi_{\tau,s}(t) W_x(\tau, s) \frac{d\tau ds}{s^2}$$

Avec  $C_\Psi = \int_0^{+\infty} \frac{|\widehat{\Psi(\omega)}|^2}{\omega} d\omega < \infty$  la condition d'existence de l'ondelette,  $\omega$  la fréquence angulaire et  $\widehat{\Psi(\omega)}$  la transformée de Fourier de la partie complexe de  $W_x(\tau, s)$ .

Nous utilisons cette méthodologie des ondelettes pour une décomposition temps-fréquence des variables de la droite de marché. Une application similaire à la précédente (Cf. Section I partie 3) permet de préciser les caractéristiques des différents betas.

## 1) Décomposition par ondelettes des actifs :

Pour des échantillons  $x_t$  de processus aléatoire on utilise une transformée en ondelettes MODWT (Maximum Overlap Discret Wavelet Transform). Elle fournit une décomposition additive en ondelettes qui peut être formalisée par l'équation suivante :

$$x_t = A_{J,t} + \sum_{i=1}^{i=J} D_{i,t}$$

$x_t$  correspond à notre signal de départ (la série chronologique). Celui-ci est constitué d'une approximation de sa tendance noté  $A_{J,t}$  et d'une somme des sous-séries notées  $D_{i,t}$  pour ( $i = 1 \dots J$ ). Ces sous-séries sont des détails supplémentaires ajoutés à l'approximation basique, on peut les assimiler à la précision de la reconstruction et l'indice  $J$  correspond au nombre optimal de détails nécessaires à la reconstruction de  $x_t$ . On le calcule comme suit :  $J = \frac{\text{Ln}(n)}{\text{Ln}(2)}$  où  $n$  correspond au nombre d'observations. Ce procédé consiste à projeter, à l'aide des ondelettes, le signal dans des sous-espaces emboîtés de résolution croissante. Ces sous-espaces peuvent être assimilés à la quantité d'information disponible pour un niveau de résolution donné : plus le niveau est élevé plus nous captons d'informations sur le signal. Nous sommes alors en mesure d'étudier le comportement du signal par niveaux de fréquence tout en ayant une localisation temporelle par bandes.

Le tableau 3 consigne le degré de résolution retenu (nombre de bandes fréquence) et les jours et les mois auxquels ils correspondent

*Tableau 3 – Correspondance en jour et en mois des bandes de fréquences*

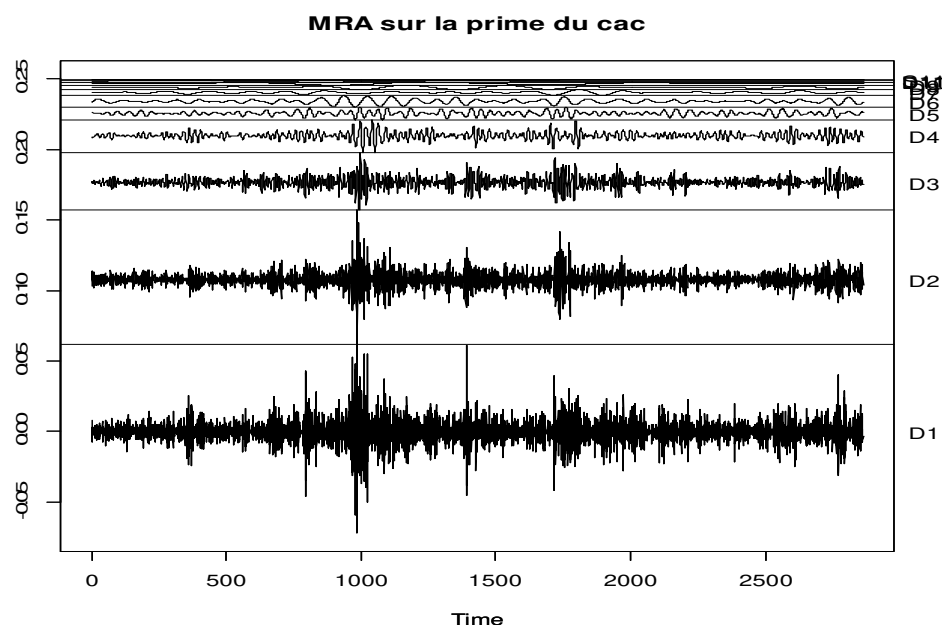
Résolution	Jours fréquentiels		Correspondance en mois	
	bornes inf	bornes sup	bornes inf	bornes sup
D1	2	4	0,09	0,18
D2	4	8	0,18	0,36
D3	8	16	0,36	0,73
D4	16	32	0,73	1,45
D5	32	64	1,45	2,91
D6	64	128	2,91	5,82
D7	128	256	5,82	11,64
D8	256	512	11,64	23,27
D9	512	1024	23,27	46,55
D10	1024	2048	46,55	93,09
D11	2048	4096	93,09	186,18
S11	4096	-	186,18	-

*S11 étant l'approximation c'est-à-dire la bande de plus faible résolution.*

Le graphique 4 décompose, à titre d'exemple, la prime de risque du CAC 40. Il décrit la représentation standard que l'on obtient en utilisant la MODWT. Les bandes du graphique

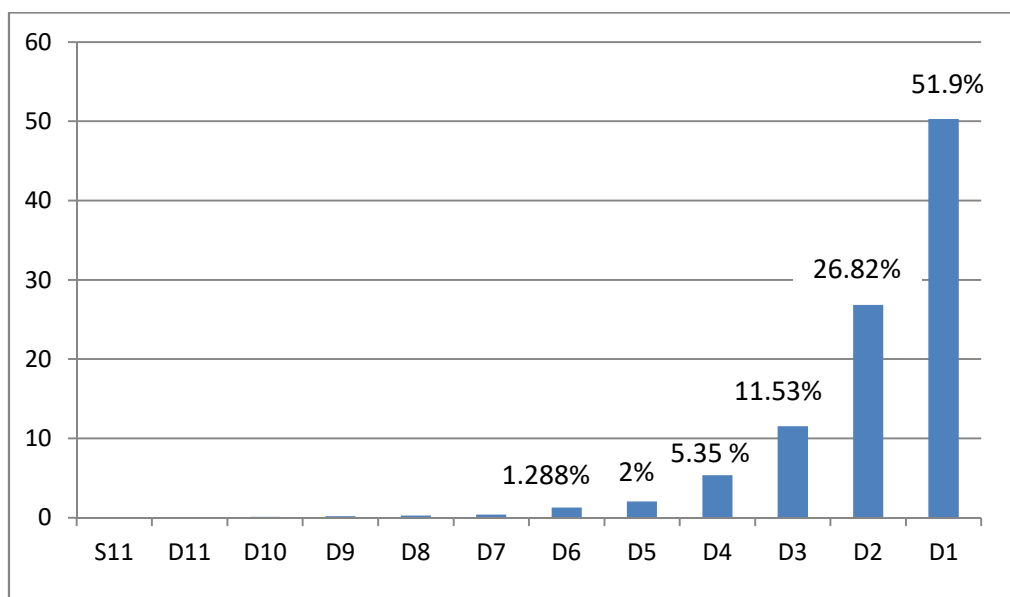
D1, D2... sont plus visibles car elles représentent les variations des primes de risque aux hautes-fréquence qui possèdent les variances les plus fortes, les bandes D7, D8... caractérisent les basses fréquences.

Graphique 4-Décomposition de la prime de risque du CAC:



Le calcul des pourcentages relatifs de la variance de chaque bande dans la variance totale de la série permet de mieux distinguer les bandes de haute et de basse volatilité. Le graphique 5 ci-dessous illustre les poids relatifs des variances fréquentielles du CAC 40

Graphique 5-Variances par bandes de fréquences du CAC 40:





On constate que plus on augmente l'échelle temporelle plus la variance de la bande est faible. On peut donc admettre que les bandes de court terme sont plus volatiles que les bandes de long-terme, et ce constat reste identique pour le reste des actions.

## **2) Régressions fréquentielles sur la période 2005-2015 :**

L'estimation des paramètres de la droite de marché fréquentielle est réalisée sur les bandes D1 à D6 qui correspondent à des comportements de trading de 2 jours à 6 mois. Les betas sont tous significatifs et on constate la nullité des constantes pour toutes les actions, quels que soient les horizons d'investissement. Ce résultat est conforme aux hypothèses de la régression entre variables centrées car, par construction, les moyennes des ondelettes et de la prime de risque du CAC 40 sont nulles. L'utilisation des ondelettes n'améliore pas les problèmes liés à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrélation des résidus et on peut constater une dégradation significative de certaines valeurs des tests. En revanche, la non-normalité est réduite sur les basses fréquences pour certaines actions. Les coefficients de détermination sont différents selon les actions, ils sont en moyenne plus élevés (autour des 0.6-0.7) pour les actions ayant des betas forts. Nous présentons dans l'annexe 7, un exemple de tableau récapitulatif de l'estimation des betas fréquents pour l'action Accor.

Les actions sont alors classées en fonction de leur significativité à 1 quelle que soit la fréquence. Nous distinguons les actions ayant des betas globaux inférieurs à 1 (respectivement supérieurs à 1) possédant tous leurs betas fréquents dans la même classe. Nous regroupons par la suite les actions qui n'appartiennent pas aux classes précédentes et dont les betas fréquents sont répartis selon des classes différentes. Dans le tableau 4 qui récapitule ce classement, la colonne "ET betas " correspond à l'écart-type des betas fréquents retenus et la colonne "beta global" rappelle les betas estimés dans la première partie de l'étude. Les écarts-types permettent d'apprécier la volatilité des betas fréquents et mettent en évidence les changements dans leur structure. On peut constater qu'il y a plus d'actions avec des betas toujours inférieurs à 1 et que leurs écarts-types sont plutôt faibles comparés à ceux de la classe des betas toujours supérieur à 1 : les différences entre ondelettes sont donc plus significatives dans ce cas. Les actions de la troisième classe possèdent majoritairement un beta fréquent se distinguant de la dynamique globale ce qui ne permet pas de les considérer comme robuste. Ce constat met en évidence la présence d'une rupture ou d'un changement sur la fréquence correspondante, à l'image de Veolia et de Vinci sur la bande D5. Les actions Accor, Gemini et LVMH classées précédemment dans la classe des betas égaux à 1, avec des betas fréquents peu volatils, appartiennent à cette dernière catégorie. Ces actions possèdent des betas fréquents supérieurs à 1, et se situent à la limite d'acceptation des tests de significativité à 1. Par ailleurs, on constate que les actions Total, Veolia et Air Liquide classées avec les betas supérieurs à 1 et que les actions Michelin, PSA, Technip, Vinci et Bouygues classées avec les betas inférieurs à 1 sont à présent regroupées dans la classe des betas volatils. Ces exemples montrent que les changements sont notoires.

Tableau 4- Betas fréquentiels pour la Période Globale :

	Actions	D1	D2	D3	D4	D5	D6	ET betas	beta global
Betas toujours inférieurs à 1	Airbus	0,93	0,94	1,05	0,97	1,16	1,19	0,11	0,95 (<1)
	Carrefour	0,9	0,92	0,85	0,95	0,88	0,75	0,07	0,9 (<1)
	Danone	0,68	0,67	0,57	0,46	0,6	0,73	0,10	0,65 (<1)
	Essilor	0,55	0,5	0,45	0,6	0,72	0,48	0,10	0,54 (<1)
	GDF	0,93	0,98	0,87	0,95	0,96	0,8	0,07	0,94 (<1)
	L'Oréal	0,76	0,73	0,61	0,55	0,7	0,81	0,10	0,72 (<1)
	Orange	0,75	0,73	0,68	0,64	0,63	0,59	0,06	0,72 (<1)
	Publicis	0,69	0,73	0,76	0,83	0,82	0,86	0,07	0,72 (<1)
	Ricard	0,66	0,71	0,73	0,69	0,8	0,99	0,12	0,69 (<1)
	Sodexo	0,61	0,69	0,66	0,65	0,65	0,61	0,03	0,64 (<1)
	Vivendi	0,8	0,79	0,76	0,73	0,72	0,75	0,03	0,79 (<1)
Betas toujours supérieurs à 1	Alcatel	1,11	1,24	1,41	1,34	1,66	1,75	0,25	1,22 (>1)
	Axa	1,45	1,56	1,54	1,61	1,52	1,77	0,11	1,51 (>1)
	BNP	1,37	1,37	1,49	1,6	1,05	1,07	0,22	1,39 (<1)
	CA	1,37	1,47	1,59	1,7	1,29	1,52	0,15	1,44 (>1)
	Renault	1,22	1,39	1,56	1,62	1,47	2,01	0,27	1,35 (>1)
	Schneider	1,25	1,24	1,18	1,24	1,15	1,08	0,07	1,24 (>1)
	SG	1,38	1,45	1,7	1,71	1,54	1,91	0,20	1,47 (>1)
	St-Gobain	1,31	1,35	1,35	1,5	1,44	1,49	0,08	1,34 (>1)
Betas volatils par rapport à 1	Gemini	0,98	1,08	1,1	1,07	1,23	1,18	0,09	1,04 (=)
	LVMH	0,98	1,02	1,04	1	1,05	0,97	0,03	1 (=1)
	Accor	0,91	1,06	1,11	1,07	1,05	1,18	0,09	0,99 (=)
	Michelin	1,01	1,11	1,23	1,12	1,06	1,16	0,08	1,08 (>1)
	PSA	1,04	1,24	1,4	1,36	1,39	1,08	0,16	1,17 (>1)
	Technip	0,99	1,06	1,2	1,16	1	1,05	0,09	1,05 (>1)
	Total	0,94	0,94	0,87	0,95	0,99	0,83	0,06	0,93 (<1)
	Veolia	0,86	0,86	1,06	1,11	1,17	1,34	0,19	0,92 (<1)
	Vinci	1,12	1,14	1,12	1,04	0,91	1,04	0,09	1,11 (>1)
	Bouygues	1,06	1,04	1,08	1,11	1	1,11	0,04	1,06(>1)
	Air liquide	0,87	0,81	0,78	0,78	0,83	0,6	0,09	0,83 (<1)

Pour résumer et synthétiser les changements précédents nous avons réalisé une analyse en composante principale (ACP) du tableau 4 (Cf. Annexe 8). La première composante principale (91% de la variance totale) est un axe de taille qui rassemble les fréquences retenues. Les corrélations entre ces fréquences sont fortes pour les bandes D2, D3 et D4 et moins élevées pour les bandes D1 d'une part et D5, D6 d'autre part. Ces trois dernières contribuent à la deuxième composante (5.5% de la variance totale) que l'on peut considérer comme l'opposition des hautes-fréquences (D1) avec les moyennes-fréquences (D5 et D6). La projection des actions sur ce plan factoriel clarifie la classification réalisée dans le tableau 4. L'axe 1 oppose les actions possédant un beta supérieur à 1 sur toutes les ondelettes (comme la Société General par exemple) aux actions dont le beta est inférieur à 1 dans la plupart des bandes de fréquences (comme Essilor). L'axe 2 distingue les actions selon leur dynamique fréquentielle. Les actions situées dans le premier cadran du plan ont des betas plus importants aux basses fréquences (comme Alcatel) et s'opposent à celles du quatrième cadran qui ont majoritairement des betas plus élevés aux hautes fréquences (comme BNP).

En plaçant comme point supplémentaire le beta global de la dernière colonne du tableau 4, on constate que sa projection sur le plan factoriel est confondue avec les hautes fréquences (notamment avec D1 et D2). Les gestionnaires lorsqu'ils font appel à la droite de marché pour gérer leurs portefeuilles, ont implicitement un comportement de trading de court-terme. Cette ACP traduit clairement la diversité des choix qui peuvent être opérés selon l'horizon d'investissement auquel on se place.

Une autre façon de comparer les betas fréquentiels avec les betas globaux des actions consiste à réaliser un test de signification des coefficients entre les betas. Les résultats de ces tests sont consignés dans l'annexe 9. Nous remarquons pour les bandes D1 et D2 que les différences ne sont pas significatives pour la majorité des actions pour des horizons de court terme. La bande D1 comprend 30% de betas significatifs et la bande D2 10%. A l'opposé les bandes de long-terme possèdent 60 à 80% de betas significativement différents des betas globaux. Ce résultat conforte notre hypothèse précédente que l'utilisation des betas globaux revient à considérer le risque systématique sur des horizons courts.

### **3) Régressions fréquentielles par périodes :**

Nous réitérons la méthodologie précédente sur les 3 périodes pour vérifier l'importance de l'effet de l'environnement économique sur les droites de marché. Les résultats et les betas selon les périodes sont consignés dans l'annexe 10. Pour les commenter nous recourons aux tests précédents de la différence significative ou non entre les betas fréquentiels et les betas globaux (Cf. Annexe 11).

Dans ces tableaux certaines actions présentent des betas croissants sur une période mais décroissant sur une autre, à l'inverse d'autres ont des betas qui varient peu en fonction des fréquences et du temps. Le risque systématique dépend fortement de la fréquence retenue, les actions sont alors différemment sensibles au marché suivant l'horizon d'investissement. Les investisseurs doivent par conséquent inclure dans leurs raisonnements la volatilité temporelle mais aussi fréquentiel du risque systématique. On peut remarquer que les actions avec des betas fréquentiels supérieurs (ou inférieurs) à 1, possèdent des betas globaux dans la même

catégorie. La troisième catégorie rassemble les actions initialement classées comme ayant des betas globaux égaux à 1 et dont les betas fréquentiels ne sont pas tous dans cette catégorie. Celles ayant des ruptures dans leurs betas fréquentiels sont aussi classées dans cette catégorie, à l'image de la BNP ayant une rupture en D5. Les bandes D4 et D5 semblent être des bandes de rupture dans l'évolution des betas fréquentiels.

Les différences entre les betas fréquentiels et le beta global sont plus significatives durant la période de « crise ». Les betas fréquentiels permettraient ainsi d'apprécier avec plus de précision le risque systématique durant ce type de période. On peut, de plus, constater que pour des horizons d'investissement long les betas fréquentiels diffèrent majoritairement du beta global, ce qui accroît l'intérêt de recourir aux ondelettes pour mesurer le risque systématique pour des investissements de long-terme. Le tableau ci-dessous résume les pourcentages de betas fréquentiels significatifs par rapport aux betas globaux.

% de betas significatifs	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Période 1	0,00	3,33	16,67	33,33	60,00	73,33
Période 2	16,67	10,00	60,00	70,00	53,33	80,00
Période 3	6,67	6,67	40,00	46,67	56,67	63,33
Période Globale	30,00	10,00	66,67	60,00	63,33	80,00

Les analyses en composantes principales réalisées sur ces 3 périodes (Cf. Annexe 12) confortent le résultat de la période globale concernant la mise en supplémentaire des betas globaux. Leurs proximités avec les bandes de hautes fréquences permettent de conclure que quelle que soit la période d'étude, le comportement des gestionnaires de portefeuilles reste de court-terme.

#### 4) Analyse de la volatilité des betas fréquentiels

Nous étudions la volatilité des betas fréquentiels en recourant aux régressions roulantes à partir d'une fenêtre de 260 jours. Compte tenu du nombre important d'actions et de bandes de fréquence, nous retenons les seules bandes D1 (pour les horizons courts) et D6 (pour les horizons longs) des actions suivantes sélectionnées à partir des tableaux 2 et de l'annexe 6 de la première partie: Axa avec un beta supérieur à 1, Essilor avec un beta majoritairement inférieur à 1 et LVMH avec un beta égal à 1.

Les tableaux 5 consignent les résultats obtenus pour les betas fréquentiels pour la période dans son ensemble et pour les trois sous-périodes.

*Tableaux 5: Représentation de la volatilité des betas fréquentiels :*  
*5-1 : Période globale*

Période entière	Beta Global	Tstat à 1	ET des betas	% beta < 1	% beta =1	% beta >1	% beta <= 0	% inf	% dans IC	% sup
LVMH D1	0,98	-1,62	0,1	37,03	41,78	21,2	0,00	36,41	29,32	34,27
Axa D1	1,45	24,44	0,18	0,00	0,00	100,00	0,00	65,93	7,36	26,72
Essilor D1	0,55	-29,72	0,23	88,54	10,58	0,88	0,00	40,02	3,91	56,08
LVMH D6	0,97	-2,6	0,38	45,34	7,67	46,99	0	36,41	29,32	34,27
Axa D6	1,77	36,99	0,59	16,86	3,87	79,26	0,00	70,37	2,61	27,02
Essilor D6	0,48	-34,06	0,43	88,62	3,60	7,78	15,44	60,83	4,60	34,57
LVMH	1	-0,21	0,11	27,75	51,78	20,47	0,00	36,41	29,32	34,27
AXA	1,51	26,2	0,21	0,00	0,00	100	0,00	69,49	4,14	26,37
Essilor	0,54	-31,03	0,21	93,48	6,52	0,00	0,00	40,05	6,21	53,74

*5-2 : Période 1*

Période 1	Beta Global	Tstat à 1	ET des betas	% beta < 1	% beta =1	% beta >1	% beta <= 0	% inf	% dans IC	% sup
LVMH D1	1	0	0,14	25,53	18,43	56,05	0,00	23,61	21,11	55,28
Axa D1	1,32	8,75	0,10	0,00	0,00	100,00	0,00	29,17	41,65	29,17
Essilor D1	0,66	-9,30	0,06	100,00	0,00	0,00	0,00	2,30	70,25	27,45
LVMH D6	0,99	-0,32	0,31	6,72	8,25	85,03	0,00	6,14	9,02	84,84
Axa D6	1,45	9,85	0,61	43,76	1,73	54,51	0,00	47,02	1,15	51,82
Essilor D6	0,17	-26,27	0,27	100,00	0,00	0,00	67,37	73,70	12,67	13,63
LVMH	1,04	1,19	0,13	19,96	19,77	60,27	0,00	22,26	19,58	58,16
AXA	1,31	7,85	0,1	0	0	100	0,00	41,46	35,32	23,22
Essilor	0,6	-9,23	0,05	100	0	0	0,00	0	63,53	36,47

*5-3 : Période 2*

Période 2	Beta Global	Tstat à 1	ET des betas	% beta < 1	% beta =1	% beta >1	% beta <= 0	% inf	% dans IC	% sup
LVMH D1	0,95	-2,41	0,06	44,39	40,75	14,86	0,00	25,98	31,74	42,28
Axa D1	1,55	19,44	0,18	0,00	0,00	100,00	0,00	45,06	27,23	27,71
Essilor D1	0,43	-29,02	0,05	100,00	0,00	0,00	0,00	69,89	24,83	5,27
LVMH D6	0,92	-4,83	0,32	60,69	11,6	27,71	0,00	57,72	3,6	39,21
Axa D6	2,00	34,38	0,48	0,00	0,00	100,00	0,00	49,95	9,30	40,75
Essilor D6	0,41	-30,28	0,21	100,00	0,00	0,00	0,00	50,91	8,53	40,56
LVMH	0,98	-,99	0,04	24,92	66,93	8,15	0,00	18,89	53,12	28
AXA	1,62	21,22	0,17	0	0	100	0,00	43,14	8,35	48,51
Essilor	0,42	-29,84	0,04	100	0	0	0,00	60,3	35,1	4,6

#### 5-4 : Période 3

Période 3	Beta Global	Tstat à 1	ET des betas	% beta < 1	% beta =1	% beta >1	% beta <= 0	% inf	% dans IC	% sup
LVMH D1	1,05	1,6	0,11	46,45	36,66	16,89	0	67,37	21,5	11,13
Axa D1	1,15	5,56	0,1	0	0	100	0	27	29,4	43,95
Essilor D1	0,98	-0,68	0,12	57	38,8	4,2	0	46	46,6	7,29
LVMH D6	1,22	6,89	0,13	11,13	6,71	82,15	0	37,62	50,01	12,18
Axa D6	0,94	-2,45	0,2	75	4,41	21	0	50	28,2	21,31
Essilor D6	0,98	-1,14	0,29	33	24,2	43	0	26	26,5	47,22
LVMH	1,04	1,25	0,14	56,05	31,1	12,86	0	63,72	25,53	10,75
AXA	1,15	5,48	0,13	0	0	100	0	36	17,7	46,26
Essilor	0,94	-1,98	0,1	68	32,4	0	0	51	42,6	6,72

Ces résultats étendus à l'ensemble des actions peuvent être synthétisés par un investisseur en fonction de ses préférences et de critères qu'il considère comme les plus pertinents. A titre d'exemple, si nous associons avec un écart-type des betas roulants supérieurs à 0.15 pour une volatilité forte et un écart-type inférieur à 0,1 pour une volatilité faible, les caractéristiques des valeurs des betas et les pourcentages de leurs positions par rapport à l'intervalle de confiance, on peut dresser les tableaux 6 suivants :

Tableaux 6 : Synthèse de la volatilité

Période entière	Global	D1	D6	Robustesse
LVMH	Moyenne	Moyenne	forte	Non
AXA	forte	forte	forte	Non
Essilor	forte	forte	forte	Non

Période 1	Global	D1	D6	Robustesse
LVMH	forte	forte	forte	Non
AXA	Moyenne	faible	forte	Non
Essilor	faible	faible	forte	Non

Période 2	Global	D1	D6	Robustesse
LVMH	faible	faible	forte	Non
AXA	forte	Moyenne	forte	Oui
Essilor	Moyenne	Moyenne	forte	Oui

Période 3	Global	D1	D6	Robustesse
LVMH	forte	Moyenne	Moyenne	Non
AXA	forte	Moyenne	forte	Non
Essilor	Moyenne	Moyenne	forte	Non

Nous confirmons, à partir des actions sélectionnées selon leurs betas estimés dans la première partie de cette étude, que la droite de marché reste instable. Ce constat lié à la volatilité fréquentielle concerne aussi bien la période globale que les trois sous-périodes retenues malgré l'exception de la période 2 pour les actions Axa (beta supérieur à 1) et Essilor (beta inférieur à 1). La volatilité du paramètre beta est plus accentuée pour la période totale que pour les trois sous-périodes où elle présente une diversité résultant des critères que nous avons retenus. Globalement la moyenne fréquence D6 possède les volatilités les plus importantes contrairement à celle de court-terme D1 : ce contraste, révélateur d'un risque spécifique lors de la construction de portefeuilles, doit être pris en compte par les investisseurs lorsqu'ils se positionnent selon l'horizon qu'ils adoptent.

## **Conclusion :**

L'estimation de la droite de marché sur la période 2005-2015 présente des insuffisances statistiques dues principalement à l'autocorrélation et à l'hétéroscédasticité des résidus. La volatilité du beta que nous avons illustrée à l'aide de régressions roulantes est vraisemblablement l'une des causes de la nature des résidus. Ces résultats qui entachent les propriétés statistiques des estimations de la droite de marché ne modifient pas fondamentalement les valeurs des betas estimés. Nous utilisons, de ce fait, ces dernières pour caractériser les structures temporelles des actions et nous offrons aux concepteurs de portefeuille différentes classifications utiles pour leurs prises de décision, en rajoutant l'hypothèse d'hétérogénéité des agents. Elle est étudiée par l'estimation temps-fréquences de la droite de marché sur la période considérée et sur des sous-périodes. Nous montrons qu'il existe une différenciation des betas selon la fréquence et la période retenues. Un gestionnaire qui, de ce fait, utilise le beta classique d'une action pour mesurer son exposition au risque systématique de son portefeuille commet des « erreurs » en négligeant l'impact de l'horizon d'investissement sur le risque.

Si l'on considère, pour illustrer cette conclusion, l'action Veolia sur la période 2005-2015, son beta est de 0,92. On constate qu'il s'agit d'une action qui atténue les fluctuations du marché avec des pertes inférieures à celles du marché, il en est de même pour les gains et, par conséquent cette action a un profil de tracker plutôt défensif. Ce constat est établi sans prendre en considération les différents horizons d'investissement. L'utilisation des ondelettes conduit à un beta associé à un investissement de 2 à 4 jours (bandes D1) égal à 0,86 tandis que le beta de plus long-terme pour des investissements de 3 à 6 mois s'élève à 1,34. Si le gestionnaire utilise le beta global de cette action en investissant à court-terme alors il minimise ses performances défensives puisqu'elle réduira d'avantages les pertes, en revanche, s'il investit à long-terme alors il se retrouve avec un beta supérieur à un et donc une action plutôt agressive et perdra plus que ce qu'il espérait. Au final, si le marché est plutôt calme alors investir à long-terme est profitable en revanche s'il est en crise il vaut mieux réduire son horizon d'investissement. La distinction par les betas fréquentiels permet ainsi de multiplier les choix d'investissement des agents en fournissant une mesure de risque plus en adéquation avec leurs appétences et leurs comportements.

En divisant la période globale en trois sous-périodes, nous montrons dans l'article l'importance de la volatilité temporelle du beta mais aussi son évolution. Les betas pour ces périodes sont différents et en moyenne plus élevés durant la période de crise, les insuffisances statistiques sont réduites pour les périodes calmes et leurs droites de marché ne sont plus décroissantes. A contrario, pour la période de crise nous confirmons la décroissance de la droite de marché et le rejet du MEDAF. En poursuivant l'exemple de l'action Veolia, nous obtenons pour la période 2005-2007 (période calme) un beta global de 0,68, il s'élève à 0,97 pour la période de crise 2008-2012 et il s'établit à 0,84 pour 2013-2015 (période de relance). On remarque que l'action change de catégorie en fonction de la période, elle est plutôt défensive pour la première et la dernière période alors qu'elle est plutôt un tracker (elle suit le marché) pour la période de crise



L'estimation fréquentielle des betas par période permet d'appréhender l'importance des différents horizons d'investissement sur la valeur du beta en le comparant avec les betas globaux. Nous constatons que les betas fréquents de long-termes sont significativement différents du beta global, et ce constat est valable pour la grande majorité des actions. L'action Veolia possède des betas de court-termes légèrement en dessous des betas globaux des périodes. A l'opposé, les betas de moyen-long termes sont plus significatifs et supérieurs aux betas globaux. Ce résultat conforte le constat précédent : à court-terme le beta est surestimé mais à long-terme il est sous-estimé (l'inverse est possible par exemple avec l'action Vivendi), ce qui conduit à biaiser les choix des agents et leur fait courir des risques supplémentaires. L'intérêt de recourir aux décomposition en ondelettes afin de limiter ces « erreurs » de mesure sur le beta, est ainsi notable.

Les régressions roulantes caractérisent plus précisément cette instabilité par l'analyse de la volatilité qui conduit à un canevas décrivant la dynamique des betas roulants. L'action Veolia, par exemple, est considérée comme une action robuste car 80% de ses betas sont dans la même classe que celle de son beta global (inférieur à 1) et 17% sont supérieur à 1. En revanche ses betas sont fortement volatils et celle-ci est dite « inférieure » dans le sens où 70% des betas roulants sont en dessous de l'intervalle du beta global. Cette classification réitérée sur chaque période, permet des comparaisons qui affinent l'analyse. Veolia est ainsi parfaitement robuste pour les périodes calmes avec une volatilité moyenne-faible tandis qu'en période de crise, son beta de 0,97 est non-robuste puisque 65% d'entre eux sont inférieurs à 1 et 35% supérieurs à 1. Il existe ainsi des ruptures importantes conduisant à une volatilité du beta plus élevée.

En définitive, le recours aux ondelettes pour prendre en compte l'horizon d'investissement lorsqu'on l'associe à l'analyse de l'instabilité des betas par les régressions roulantes améliore nettement une classification uniquement construite avec les données de base. Nous montrons que selon l'horizon d'investissement et la période retenue, le risque systématique et sa volatilité sont significativement différents, ce qui permet aux utilisateurs de ces résultats des degrés de liberté supplémentaires pour réaliser ses choix lors de la construction de portefeuilles.

## **Bibliographie**

- F.Black, M. Jensen, and M. Scholes 1972, 'The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Test'; *Studies in the Theory of Capital Markets* edited by M. Jensen New York: Praeger Publishers.
- L. Chan, J.Lakonishok 1993, 'Are the Reports of Beta's Death Premature ?', *Journal of Portfolio Management*, 19 (4): 51-61.
- I. Daubechies 1992, 'Ten lectures on wavelets', Conference Series of Applied mathematics ; Society for industrial and applied mathematics, Philadelphia 1992.
- E. Fama 1968, 'Risk, Return and Equilibrium: Some Clarifying Comments'; *Journal of Finance* 23 (1): 29–40.
- F. Fabozzi, J-C Francis 1978, 'Beta as a random coefficient', *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 13 (1) :101-116
- E.Fama 1970,' Efficient Capital Markets: a Review of Theoretical and Empirical Works', *Journal of Finance* 25 (2) : 383-417.
- E. Fama and J. MacBeth 1973, 'Risk, Return, and Equilibrium: Empirical Tests' *Journal of Political Economy* 81 (3): 607–636.
- E. Fama and K. French 1992, 'The Cross-Section of Expected Stock Returns' ; *Journal of Finance*, 47 ( 2): 427–465.
- R. Gençay, F. Selçuk and B. Whitcher 2005. 'Systematic Risk and Timescales', *Quantitative Finance*, 3 (2): 108-116.
- J. Lintner 1965, 'The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets'; *Review of Economics and Statistics*. 47 (1) : 13–37.
- J. Lintner 1981, 'Some new perspectives on tests of CAPM and other capital asset pricing models and issues of market efficiency' ; edited by Harvard Institute of Economic Research, discussion paper.
- S. Mallat 1989, 'A Theory for Multiresolution Signal Decomposition: The Wavelet Representation'; *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 11 (7).
- S. Mallat 2009, Une exploration des signaux en ondelettes, Ecole polytechnique.
- S. Mallat 2009, Wavelet tour of signal processing: the sparse way, Academic Press.
- H. Markowitz 1952,'Portfolio Selection' *Journal of Finance*, 7 (1) : 77-91.
- Y. Meyer (1990), Ondelettes et algorithmes concurrents, Actualités mathématiques Hermans éditions des sciences et des arts xii p.217-381, 1990.

F. Modigliani, G. Pogue B. Solnik (1973), A test of the Capital Asset Pricing Model on european stock markets ; Version réécrite de leur présentation au premier International Congress on stock exchange, March 1972, Milan, Italy.

J.Mossin (1966), Equilibrium in a Capital Asset Market; *Econometrica* Vol. 34, pp. 768–783.

W.Newey, K.West, Kenneth (1987), A Simple, Positive Semi-definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix. *Econometrica* Vol. 55 No. 3 pp 703–708.

W. Sharpe (1964), Capital Asset Prices : a Theory of Market Equilibrium under risk ; *Journal of Finance*, Vol. 19, No. 3 (Sep., 1964), pp. 425-442.

W. Sharpe, G. Cooper (1972), Risk -Return Classes of New York Stock Exchange Common Stocks: 1931 –1967, *Financial Analysis Journal* Vol. 28 No. 2 (March-April 1972) pp 46-54.

J.Tobin (1958), Liquidity preference as behavior towards risk; *The review of economics studies*, Vol. 25, No. 2 (Feb 58), pp. 65-86.

## ANNEXES :

### Annexe 1 : Tests de Racine Unitaire sur les primes de risque :

#### 1-1 Tests de Phillips-Perron

Prime	Phillips-Perron	Prime	Phillips-Perron	Prime	Phillips-Perron	Prime	Phillips-Perron
CAC	-56,1127	Danone	-56,78	Publicis	-54,0319	Vivendi	-56,3134
Accor	-52,9269	Essilor	-57.76505	Renault	-49,2059		
airbus	-53,392	GDF	-54,643	Ricard	-55,2839	<b>critical values:</b>	<b>M3</b>
Alcatel	-51,257	Gemini	-53,499	Schneider	-57,688	<b>1% level</b>	<b>-3,96</b>
Air liquide	-60,49	St-Gobain	-54,643	SG	-48,75932	<b>5% level</b>	<b>-3,41</b>
axa	-51,2187	L'Oréal	-59,99	Sodexo	-54,6724	<b>10% level</b>	<b>-3,13</b>
BNP	-53,895	LVMH	-55,7	Technip	-53.73487	<b>critical values:</b>	<b>M2</b>
Bouygues	-55,3422	Michelin	-52,2835	Total	-55,6584	<b>1% level</b>	<b>-3,43</b>
CA	-51,416	Orange	-54,4188	Veolia	-510257	<b>5% level</b>	<b>-2,86</b>
carrefour	-54,478	PSA	-49,2689	Vinci	-56,899	<b>10% level</b>	<b>-2,57</b>

#### 1-2 Tests KPSS

Prime	KPSS-M2	Prime	KPSS-M2	Prime	KPSS-M2	Prime	KPSS-M2
CAC	0,106	Danone	0,077	Publicis	0,1	Vivendi	0,08
Accor	0,06	Essilor	0,073	Renault	0,18		
airbus	0,2	GDF	0,136	Ricard	0,057	<b>critical values:</b>	<b>M3</b>
Alcatel	0,28	Gemini	0,14	Schneider	0,1	<b>1% level</b>	<b>0,739</b>
Air liquide	0,06	St-Gobain	0,06	SG	0,11	<b>5% level</b>	<b>0,463</b>
axa	0,074	L'Oréal	0,089	Sodexo	0,075	<b>10% level</b>	<b>0,347</b>
BNP	0,062	LVMH	0,054	Technip	0,12	<b>critical values:</b>	<b>M2</b>
Bouygues	0,11	Michelin	0,062	Total	0,06	<b>1% level</b>	<b>0,216</b>
CA	0,14	Orange	0,24	Veolia	0,2	<b>5% level</b>	<b>0,146</b>
carrefour	0,109	PSA	0,16	Vinci	0,11	<b>10% level</b>	<b>0,119</b>

Annexe 2 : Estimations de la droite de marché par les MCO :

MCO	Beta	T-Stat	Constante	T-Stat	R <sup>2</sup>	LB	ARCH	JB
Accor	0,99	51,02	0,000403	1,458	0,47	13,56	16,489	5812,89
Airbus	0,952	39,709	0,000363	1,06	0,35	13,805	0,83	106016
Alcatel	1,22	36,933	-0,000446	-0,946	0,32	1,342	34,014	14326,7
Air Liquide	0,829	72,39	0,000409	2,5	0,65	13,111	57,429	6729,28
AXA	1,506	77,98	0,000425	1,54	0,68	21,068	62,132	41993,2
BNP	1,391	67,01	0,00012	0,407	0,61	29,637	311,01	36979,6
Bouy	1,059	54,15	0,000157	0,564	0,51	0,302	57,036	1774,4
CA	1,442	60,24	-0,000141	-0,412	0,56	13,967	161,13	7641,56
Carrefour	0,9	51,769	-3,39E-05	-0,136	0,48	2,829	76,199	3926,46
Danone	0,651	44,46	0,000277	1,326	0,41	9,193	231,21	4778,36
Essilor	0,537	35,986	0,000501	2,337	0,31	11,916	105,44	16498,4
GDF	0,937	53,0549	9,33E-05	0,37	0,5	30,291	20,303	164186
Gemini	1,036	51,889	0,000476	1,67	0,48	10,449	14,254	2722,26
St-Gobain	1,342	76,32	3,65E-05	0,1455	0,67	12,369	222,051	15224,2
L'Oréal	0,722	51,86	0,000346	1,74	0,48	26,829	40,735	4951,32
LVMH	0,997	68,815	3,48E-04	1,68	0,62	13,242	38,34	10867,6
Michelin	1,076	52,33	0,000281	0,958	0,49	13,963	29,17	3655,4
Orange	0,725	46,389	3,50E-05	0,157	0,43	17,703	37,808	4480,43
PSA	1,165	42,62	-0,000211	-0,543	0,39	7,69	116,57	1614,53
Publicis	0,72	46,117	0,000306	1,3758	0,43	28,876	70,499	1972,62
Renault	1,355	59,074	0,00019	0,581	0,55	12,358	121,996	2371,17
Ricard	0,69	39,82	0,000327	1,323	0,36	31,548	143,779	8181,13
Schneider	1,235	77,377	0,000412	1,81	0,68	25,787	41,245	976,496
Sodexo	0,638	39,916	0,000502	2,2	0,36	10,205	21,254	9219,78
SG	1,473	60,035	-0,000106	-0,304	0,56	65,509	304,568	13567,8
Technip	1,049	42,588	0,000113	0,32	0,39	17,01	30,72	6149,54
Total	0,93	76,657	0,000183	1,0589	0,67	11,817	155,558	2095,14
Veolia	0,917	43,056	2,78E-05	0,092	0,39	8,307	1,582	160406
Vinci	1,114	76,715	0,000434	2,096	0,67	5,194	208,294	5024,85
vivendi	0,786	56,05	9,86E-05	0,4935	0,52	4,9	16,845	7732,78

Pour un risque de 5%, Colonne LB ( test de Ljung-Box):  $\chi^2(5)=11,1$ ; Colonne ARCH (test ARCH-LM):  $\chi^2(2)=5,99$ ;  
Colonne JB (test de Jarque-Bera):  $\chi^2(2)=5,99$ .

Pour un seuil de 5%, la valeur de la statistique de Fisher est égale à 3.85 et tous les coefficients de détermination sont significativement différents de zéro

### Annexe 3 : test de nullité des primes de risque

Période Globale	t-stat	Suite	t-stat
CAC	-0,185	Orange	-0,003
ACCOR	0,93	Michelin	0,556
Airbus	0,74	PSA	-0,54
Air liquide	1,34	Publicis	0,921
Alcatel	-0,88	Renault	0,2527
Axa	0,72	Ricard	0,951
BNP	0,11	Schneider	0,877
Bouygues	0,27	SG	-0,34
CA	-0,41	Sodexo	1,655
Carrefour	-0,227	StGobain	-0,068
Danone	0,9	Technip	0,135
Essilor	1,83	Total	0,45
GDF	0,13	Veolia	-0,0447
Gemini	1,07	Vinci	1,047
L'Oréal	1,1225	Vivendi	0,207
LVMH	0,89		

période 1	t-stat	Suite	t-stat
CAC	1,047	Orange	0,05
ACCOR	1,44	Michelin	0,92
Airbus	0,56	PSA	0,17
Air liquide	1,91	Publicis	-0,014
Alcatel	-1,75	Renault	0,93
Axa	1,56	Ricard	1,61
BNP	1,06	Schneider	1,57
Bouygues	1,15	SG	0,78
CA	0,03	Sodexo	1,38
Carrefour	1,26	StGobain	0,84
Danone	1,74	Technip	0,67
Essilor	1,45	Total	1,43
GDF	1,61	Veolia	2,35
Gemini	0,94	Vinci	1,92
L'Oréal	1,5	Vivendi	0,83
LVMH	0,94		

période 2	t-stat	Suite	t-stat
CAC	-0,928	Orange	-1,291
ACCOR	-0,033	Michelin	-0,041
Airbus	0,205	PSA	-1,812
Air liquide	0,333	Publicis	0,707
Alcatel	-1,308	Renault	-0,774
Axa	-0,314	Ricard	0,125
BNP	-0,412	Schneider	0,366
Bouygues	-0,936	SG	-0,924
CA	-0,921	Sodexo	0,648
Carrefour	-1,198	StGobain	-0,608
Danone	-0,303	Technip	0,401
Essilor	0,948	Total	-0,383
GDF	-0,975	Veolia	-1,893
Gemini	-0,268	Vinci	-0,332
L'Oréal	0,017	Vivendi	-0,57
LVMH	0,595		

période 3	t-stat	Suite	t-stat
CAC	0,609	Orange	1,448
ACCOR	1,028	Michelin	0,595
Airbus	1,49	PSA	1,673
Air liquide	0,611	Publicis	0,786
Alcatel	1,616	Renault	1,467
Axa	1,64	Ricard	0,556
BNP	0,53	Schneider	0,014
Bouygues	1,267	SG	0,783
CA	1,087	Sodexo	1,124
Carrefour	0,749	StGobain	0,588
Danone	0,736	Technip	-1,146
Essilor	1,013	Total	0,43
GDF	0,588	Veolia	2,194
Gemini	2,27	Vinci	1,444
L'Oréal	1,063	Vivendi	0,858
LVMH	0,161		

La T-stat lue du test de nullité est égale à 1.96

Annexe 4 - Résultats des régressions par périodes

4-1 : Période 1

P1	Beta	T-Stat	Constante	T-Stat	R <sup>2</sup>	LB	ARCH	JB
Accor	1,01	20,95	0,000442	1,02	0,36	6,43	0,88	3218,52
Airbus	1,02	17,73	-1,27E-06	0	0,29	10,23	22,98	169,37
Alcatel	1,21	19,46	-0,0016	-2,86	0,33	4,86	0,21	10000
Air Liquide	0,94	28,33	0,000497	1,66	0,51	11,95	0,23	1145,63
AXA	1,31	33,09	0,000419	1,18	0,58	10,75	0,05	66129
BNP	1,25	40,21	9,94E-05	0,36	0,68	8,11	2,57	493,43
Bouy	1,09	22,68	0,000271	0,63	0,4	1,87	0,08	56216
CA	1,2	32,28	-0,000388	-1,16	0,57	6,29	11,76	541,55
Carrefour	0,72	19,02	0,000276	0,81	0,32	15,46	4,4	658,53
Danone	0,78	15,87	0,00054	1,75	0,29	15,66	111,05	4778,36
Essilor	0,6	16,95	0,000339	1,06	0,27	17,31	105,44	6,91
GDF	0,85	15,73	0,000613	1,26	0,24	10,83	0,17	333737
Gemini	1,28	22,09	0,000194	0,37	0,39	8,41	0,03	1078,26
St-Gobain	1,11	30,87	2,90E-05	0,09	0,55	4,83	10,38	517,83
L'Oréal	0,78	21,63	0,000352	1,09	0,38	0,4	2,84	453,89
LVMH	1,04	34,16	5,46E-05	0,2	0,6	5,76	0,96	1617,31
Michelin	1,19	21,93	0,000171	0,35	0,38	7,92	7,95	512,6
Orange	0,77	18,73	-0,000238	-0,64	0,31	6,75	0,92	3102
PSA	1,03	20,86	-0,000252	-0,6	0,36	4,09	0,99	2917,34
Publicis	0,67	16,55	-0,000233	-0,64	0,26	7,31	6,65	446,11
Renault	1,23	26,66	0,000117	0,28	0,48	4,47	2,25	425,95
Ricard	0,5	11,04	0,0005	1,32	0,14	7,68	2,69	1639,65
Schneider	1,07	24,32	0,000464	1,17	0,43	7,71	1,24	315,25
Sodexo	0,87	16,63	0,000457	0,98	0,26	12,09	9,45	916,27
SG	1,25	36,8	-2,80E-05	-0,09	0,64	16,96	48,99	641,4
Technip	1,03	14,64	0,000113	0,21	0,22	7,16	0,86	10910
Total	0,94	27,79	0,000297	0,98	0,5	5,45	0,29	1390,32
Veolia	0,68	16,4	0,000791	2,11	0,26	12,06	19,2	3897,63
Vinci	0,93	18,58	0,000723	1,61	0,31	2,61	48,89	842,06
vivendi	0,83	26,6	4,12E-05	0,15	0,48	8,98	2,65	106,02

Pour un risque de 5%, Colonne LB ( test de Ljung-Box):  $\chi^2(5)=11,1$ ; Colonne ARCH (test ARCH-LM):  $\chi^2(2)=5,99$ ;  
Colonne JB (test de Jarque-Bera):  $\chi^2(2)=5,99$ .

Pour un seuil de 5%, la valeur de la statistique de Fisher est égale à 3.85 et tous les coefficients de détermination sont significativement différents de zéro

4-2 : Période 2 :

P2	Beta	T-Stat	Constante	T-Stat	R <sup>2</sup>	LB	ARCH	JB
Accor	1,03	37,59	0,000447	0,92	0,52	10,29	4,67	1602,54
Airbus	0,92	28,41	5,71E-04	0,99	0,38	9	11,48	347
Alcatel	1,28	27,99	-0,00076	-0,94	0,38	2	3,71	3716
Air Liquide	0,8	52,36	0,000524	1,93	0,68	7,72	58,47	1145,63
AXA	1,62	55,46	0,000444	0,85	0,7	17,87	26,52	7290
BNP	1,46	44,14	2,86E-04	0,48	0,6	18,99	127,5	5826
Bouy	1,09	43,85	-0,000153	-0,34	0,6	6,57	101,02	2707
CA	1,55	42,81	-0,000213	-0,33	0,58	8,39	74,92	1382,35
Carrefour	0,87	34,86	-0,000345	-0,77	0,48	3,55	28,76	1009,3
Danone	0,59	30,39	0,000135	0,38	0,41	10,2	52,22	848,83
Essilor	0,42	21,61	0,000577	1,66	0,26	6,32	51,03	11763,78
GDF	0,95	17,23	-0,000182	-0,49	0,55	17,69	94,73	7714,83
Gemini	1,03	38,56	0,000287	0,6	0,53	12	8,42	798,84
St-Gobain	1,43	55,79	1,44E-04	0,31	0,7	12,32	95,4	5150
Loreal	0,67	35,05	0,000315	0,92	0,49	22,55	15,6	453,89
LVMH	0,98	48,52	8,12E-04	2,24	0,64	11,99	31,6	2104
Michelin	1,11	38,35	0,000481	0,93	0,53	6,44	26,39	1022
Orange	0,62	34,63	-0,000288	-0,9	0,48	22,58	67,17	1248,34
PSA	1,17	31,94	-0,001	-1,6	0,44	1,5	30,37	231,75
Publicis	0,73	35,9	0,00069	1,92	0,5	17,66	38,59	318,97
Renault	1,41	36,38	-5,73E-05	1,1	0,59	11,66	56,86	530,25
Ricard	0,72	29,4465	0,0004	0,92	0,4	19,66	79,57	2503
Schneider	1,29	58,87	0,000864	2,21	0,73	13,42	20,5	220
Sodexo	0,61	30,32	0,000587	1,63	0,41	6,32	8,77	2275
SG	1,55	39,75	-2,45E-04	-0,35	0,55	38,66	106,55	2260,59
Technip	1,14	36,87	0,000838	1,52	0,51	18,29	61,55	780
Total	0,91	59,8	0,000216	0,8	0,73	11,29	162	1390,32
Veolia	0,97	30,78	-0,00095	-1,7	0,42	8,09	0,15	53721
Vinci	1,18	67,89	0,000322	1,04	0,78	14,19	105,79	842,06
vivendi	0,79	40,2	6,30E-05	0,18	0,55	3,37	5,45	3141

Pour un risque de 5%, Colonne LB ( test de Ljung-Box):  $\chi^2(5)=11,1$ ; Colonne ARCH (test ARCH-LM):  $\chi^2(2)=5,99$ ; Colonne JB (test de Jarque-Bera):  $\chi^2(2)=5,99$ .

Pour un seuil de 5%, la valeur de la statistique de Fisher est égale à 3.85 et tous les coefficients de détermination sont significativement différents de zéro



#### 4-3: Période 3 :

P3	Beta	T-Stat	Constante	T-Stat	R <sup>2</sup>	LB	ARCH	JB
Accor	0,83	22,72	0,00035	0,82	0,4	13,62	6,49	640
Airbus	1,05	25,53	6,88E-04	1,46	0,45	7,08	7,32	1946
Alcatel	0,99	12,63	1,30E-03	1,5	0,17	0,54	40,7	3423
Air Liquide	0,89	41,35	4,74E-05	0,19	0,69	4,55	0,42	9002
AXA	1,15	42	0,000641	2,04	0,69	4,79	11,14	257,5
BNP	1,19	40,53	1,67E-05	0,05	0,68	3,62	4,51	45
Bouy	0,9	18,77	0,000615	1,12	0,31	12,81	19,56	3875
CA	1,15	25,77	0,000467	0,92	0,46	2,46	0,09	1949
Carrefour	1,11	34	0,000164	0,44	0,6	8,33	4,68	449,18
Danone	0,8	31,32	0,000123	0,42	0,55	5,34	4,49	156
Essilor	0,94	30,96	0,000291	0,84	0,55	1,61	1,81	593
GDF	0,95	32,13	6,65E-05	0,19	0,57	4,74	1,6	496,68
Gemini	0,89	24,83	0,001	2,49	0,44	11,31	0,25	662
St-Gobain	1,12	34,65	6,76E-05	0,18	0,6	2,09	1,44	235,38
L'Oréal	0,9	33,69	0,00028	0,93	0,59	7,8	22,92	449,99
LVMH	1,04	32,43	-1,70E-04	-0,45	0,57	2,25	0,19	7891,92
Michelin	0,86	24,46	0,0001	0,26	0,43	4,4	0,42	1195
Orange	1,11	27,69	0,000655	1,43	0,5	4,82	6,23	943,48
PSA	1,2	17,23	0,0012	1,59	0,28	17,44	40,53	499,02
Publicis	0,72	20,12	0,0002	0,53	0,34	12,06	20,58	2102,35
Renault	1,18	23,92	0,000797	1,41	0,42	8,39	1,57	653,97
ricard	0,68	22,78	7,56E-05	0,22	0,4	18,15	0,53	487,92
Schneider	1,13	39,19	-0,000273	-0,82	0,66	6,3	5,87	175,58
Sodexo	0,6	20,57	0,000318	0,95	0,35	1,91	2,14	26906
SG	1,31	34	2,17E-04	0,49	0,6	7	2,63	485,13
Technip	0,7	12,99	-0,000957	-1,54	0,18	4,7	0,4	977,91
Total	1,01	35,95	-2,67E-05	-0,08	0,62	10,34	18,49	125,7
Veolia	0,84	21,1	0,001	2,28	0,36	10,27	0,9	949,5
Vinci	0,96	35,28	0,000482	1,55	0,61	2,58	2,77	607,79
vivendi	0,76	25,13	2,10E-04	0,61	0,45	5,39	0,6	654,69

Pour un risque de 5%, Colonne LB ( test de Ljung-Box):  $\chi^2(5)=11,1$ ; Colonne ARCH (test ARCH-LM):  $\chi^2(2)=5,99$ ;  
Colonne JB (test de Jarque-Bera):  $\chi^2(2)=5,99$ .

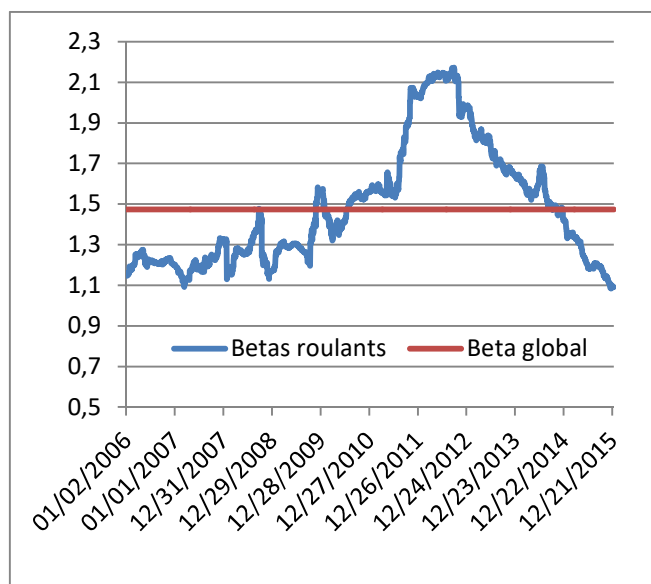
Pour un seuil de 5%, la valeur de la statistique de Fisher est égale à 3.85 et tous les coefficients de détermination sont significativement différents de zéro

### Annexe 5 : Betas roulants :

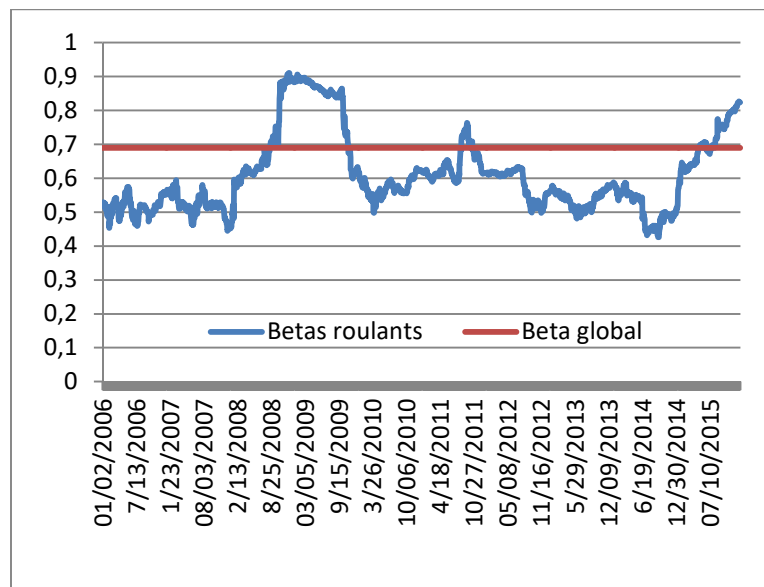
Dans cette annexe nous ne présentons que certains résultats au vue du nombre important de graphiques. Le lecteur intéressé par les autres informations peut contacter le correspondant author.

#### Période Globale :

##### Pour la Société Générale :

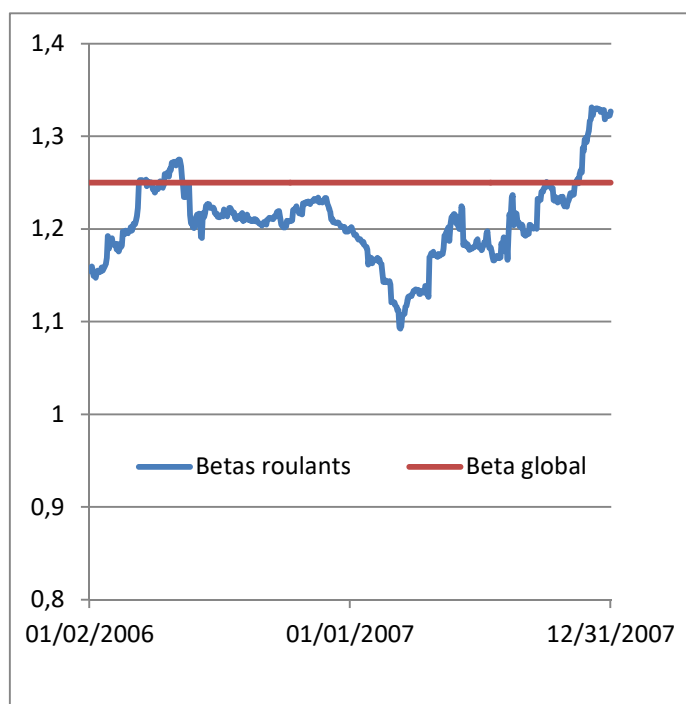


##### Pour Ricard :

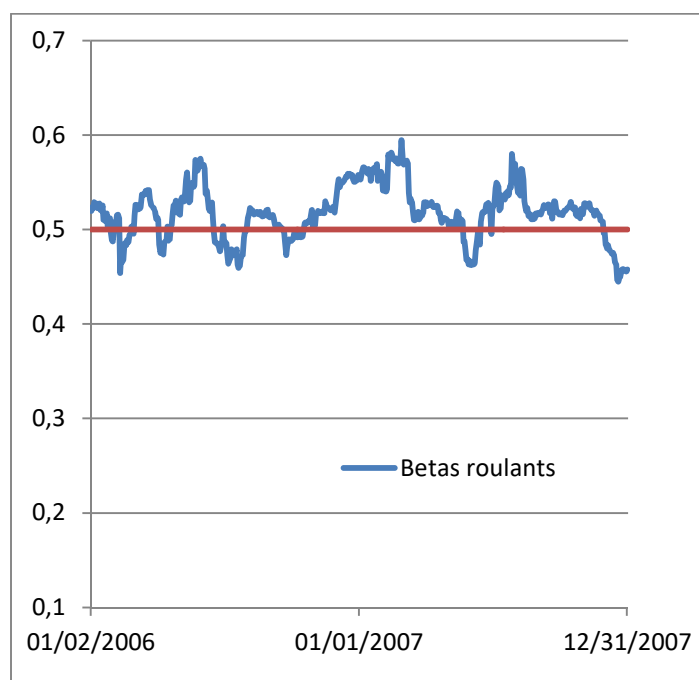


#### Période 1:

##### Société Générale :

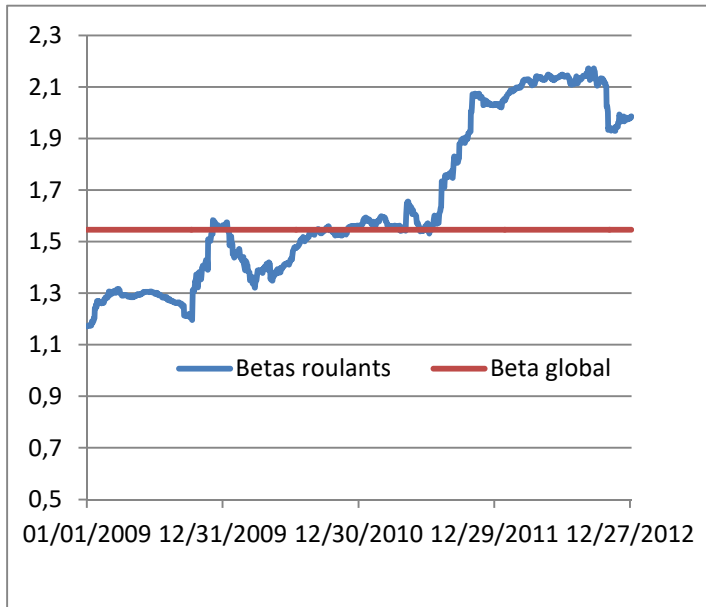


##### Ricard :

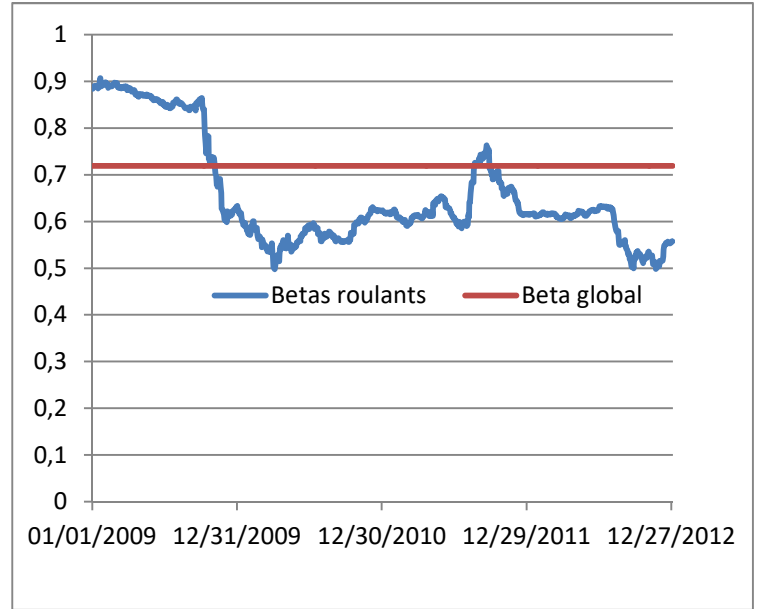


Période 2:

Société Générale :

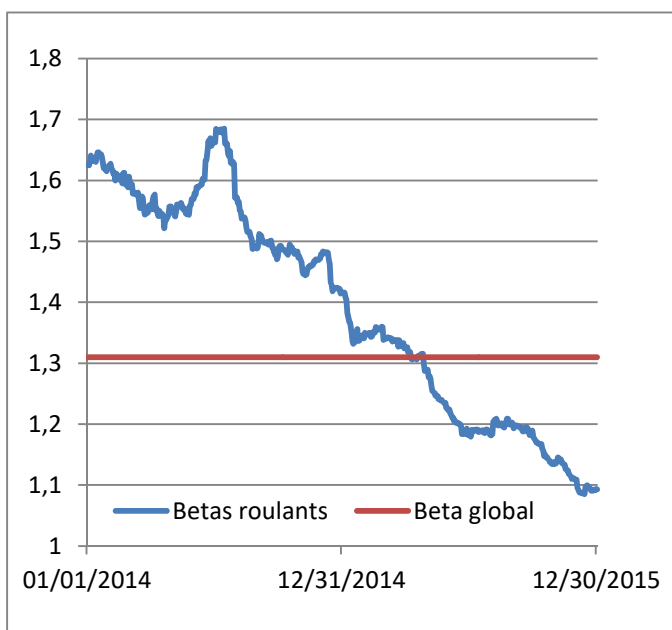


Ricard :

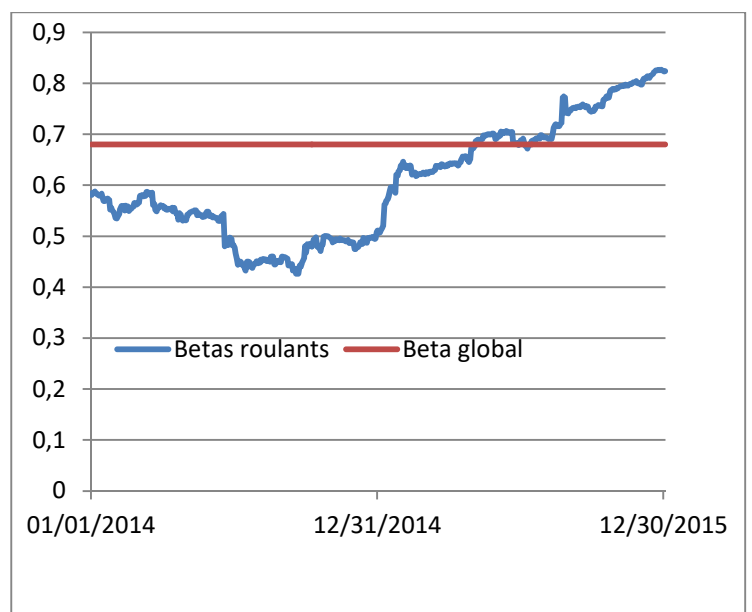


Période 3:

Société Générale :



Ricard :



Annexe 6 : tableaux de synthèse de la volatilité des betas par périodes :

Période 1 :

Classes	Période 1	Beta global	t-stat à 1	ET des betas	% beta < 1	% beta =1	% beta >1	% inf à IC	% dans IC	% sup à IC
<b>Betas Inférieurs à 1</b>	Ricard	0,5	-11,04	0,03	100	0	0	0	99,81	0,19
	Veolia	0,68	-7,47	0,04	100	0	0	0	85,41	14,59
	Essilor	0,6	-9,23	0,05	100	0	0	0	63,53	36,47
	Carrefour	0,72	-7,25	0,05	100	0	0	12,86	86,95	0,19
	L'Oréal	0,78	-6,1	0,06	99,04	0,96	0	4,8	64,68	30,52
	Danone	0,78	-4,48	0,06	94,43	5,57	0	3,07	68,14	28,79
	Orange	0,77	-5,59	0,06	91,75	8,25	0	0	79,46	20,54
	Publicis	0,67	-8,04	0,07	100	0	0	17,08	76,78	6,14
	GDF	0,85	-2,8	0,09	91,36	8,64	0	14,78	79,27	5,95
	vivendi	0,83	-5,64	0,14	75,43	7,1	17,47	43,38	16,7	39,92
	Sodexo	0,87	-2,57	0,15	85,03	14,97	0	56,43	34,74	8,83
<b>Betas égaux à 1</b>	Total	0,94	-1,84	0,04	17,85	82,15	0	0	84,45	15,55
	Air Liquide	0,94	-1,74	0,05	54,32	45,68	0	16,7	68,71	14,59
	PSA	1,03	0,59	0,09	42,61	39,73	17,66	43,38	53,93	2,69
	Schneider	1,07	1,59	0,12	20,54	30,33	49,14	28,6	52,78	18,62
	LVMH	1,04	1,19	0,13	19,96	19,77	60,27	22,26	19,58	58,16
	Airbus	1,02	0,36	0,14	19,96	24,38	55,66	18,62	31,67	49,71
	Accor	1,01	0,21	0,14	57,77	22,46	19,77	54,13	26,49	19,39
	Technip	1,03	0,47	0,15	23,42	52,21	24,38	13,82	75,24	10,94
	Vinci	0,93	-0,99	0,16	72,55	7,68	19,77	56,05	20,15	23,8
<b>Betas supérieurs à 1</b>	BNP	1,25	7,94	0,04	0	0	100	19,39	80,61	0
	SG	1,25	5,78	0,04	0	0	100	26,87	69,1	4,03
	CA	1,2	5,34	0,08	0	3,07	96,93	29,75	40,31	29,94
	Gemini	1,28	4,83	0,1	0	1,54	98,46	16,31	64,11	19,58
	Renault	1,23	5,04	0,1	0	44,34	55,66	58,93	33,97	7,1
	AXA	1,31	7,85	0,1	0	0	100	41,46	35,32	23,22
	Michelin	1,19	3,45	0,12	1,34	73,32	25,34	74,66	19,39	5,95
	St-Gobain	1,11	2,93	0,12	18,43	26,87	54,7	31,67	33,01	35,32
	Bouy	1,09	1,87	0,13	22,46	33,4	44,15	37,04	41,07	21,88
	Alcatel	1,21	3,43	0,17	14,59	10,56	74,86	28,6	57,39	14,01

Période 2 :

Classes	Période 2	Beta global	t-stat à 1	ET des betas	% beta < 1	% beta =1	% beta >1	% inf à IC	% dans IC	% sup à IC
<b>Betas Inférieurs à 1</b>	Essilor	0,42	-29,84	0,04	100	0	0	60,3	35,1	4,6
	Danone	0,59	-21,12	0,05	100	0	0	33,37	52,25	14,38
	Publicis	0,73	-13,41	0,06	100	0	0	44,39	44,11	11,5
	L'Oréal	0,67	-17,34	0,07	100	0	0	31,54	56	12,46
	vivendi	0,79	-10,95	0,09	93,76	6,24	0	32,79	17,64	49,57
	Air Liquide	0,8	-13,5	0,1	96,74	3,26	0	38,86	14,07	47,08
	Orange	0,62	-21,04	0,11	100	0	0	54,75	7,86	37,39
	Ricard	0,72	-11,51	0,11	100	0	0	72,19	8,54	19,27
	Airbus	0,92	-2,61	0,12	74,78	25,22	0	41,32	41,51	17,16
	Total	0,91	-6,13	0,12	76,51	13,62	9,87	60,21	11,8	27,99
	Sodexo	0,61	-19,22	0,12	100	0	0	76,8	2,21	21
	Carrefour	0,87	-4,99	0,17	66,06	6,54	27,4	59,44	4,8	35,76
<b>Betas égaux à 1</b>	LVMH	0,98	-0,99	0,04	24,92	66,93	8,15	18,89	53,12	28
	GDF	0,95	-1	0,08	41,22	58,78	0	10,26	89,74	0
	Gemini	1,03	1,23	0,15	37,48	30,12	32,4	43,24	25,41	31,35
	Accor	1,03	0,93	0,18	52,82	12,09	35,09	60,79	4,7	34,52
	Veolia	0,97	-1,02	0,24	64,72	0	35,28	64,33	0,38	35,28
<b>Betas supérieurs à 1</b>	Technip	1,14	4,44	0,1	0,1	16,49	83,41	22,63	51,49	25,88
	PSA	1,17	4,64	0,11	0	1,25	98,75	8,05	47,08	44,87
	Vinci	1,18	10,31	0,11	0	25,32	74,68	58,77	12,95	28,28
	Schneider	1,29	13,2	0,12	0	0	100	39,12	34,23	26,65
	St-Gobain	1,43	16,83	0,12	0	0	100	44,29	29,73	25,98
	Renault	1,41	10,65	0,15	0	0	100	34,42	39,12	26,46
	Michelin	1,11	3,89	0,15	16,97	19,37	63,66	37	30,12	32,88
	Alcatel	1,28	6,09	0,16	0	17,84	82,16	31,54	44,68	23,78
	AXA	1,62	21,22	0,17	0	0	100	43,14	8,35	48,51
	Bouy	1,09	3,62	0,17	45,73	14,97	39,3	58,86	7,39	33,75
	CA	1,55	15,19	0,18	0	0	100	33,46	18,31	48,23
	BNP	1,46	13,91	0,21	0	0	100	31,54	27,81	40,65
	SG	1,55	14,03	0,31	0	0	100	33,36	30,49	36,15

Période 3 :

Classes	Période 3	Beta global	t-stat à 1	ET des betas	% beta < 1	% beta =1	% beta >1	% inf à IC	% dans IC	% sup à IC
<b>Betas Inférieurs à 1</b>	Publicis	0,72	-7,98	0,04	100	0	0	1,54	94,82	3,65
	Sodexo	0,6	-13,71	0,04	100	0	0	17,85	75,82	6,33
	Danone	0,8	-7,98	0,05	100	0	0	47,22	47,22	5,57
	Gemini	0,89	-3,07	0,05	75,43	24,57	0	4,99	74,47	20,54
	Veolia	0,84	-4,05	0,08	100	0	0	23,99	66,03	9,98
	Michelin	0,86	-4,15	0,09	63,53	36,47	0	10,94	49,71	39,35
	vivendi	0,76	-8,02	0,09	100	0	0	35,32	32,82	31,86
	Essilor	0,94	-1,98	0,1	67,56	32,44	0	50,67	42,61	6,72
	Air Liquide	0,89	-5,11	0,1	67,37	32,63	0	40,5	27,06	32,44
	Ricard	0,68	-10,72	0,11	100	0	0	54,51	27,64	17,85
	Technip	0,7	-5,57	0,11	100	0	0	10,17	64,5	25,33
	L'Oréal	0,9	-3,74	0,12	89,25	10,75	0	66,99	22,27	10,75
	Bouy	0,9	-2,09	0,12	41,84	26,87	31,29	3,07	46,26	50,67
	Accor	0,83	-4,65	0,16	82,73	17,28	0	35,51	43,19	21,31
<b>Betas égaux à 1</b>	GDF	0,95	-1,58	0,05	41,65	58,35	0	12,67	59,69	27,64
	Vinci	0,96	-1,62	0,07	17,27	39,36	43,37	10,75	13,82	75,43
	Airbus	1,05	1,22	0,08	12,86	26,49	60,65	21,69	71,59	6,72
	LVMH	1,04	1,25	0,14	56,05	31,1	12,86	63,72	25,53	10,75
	Total	1,01	0,5	0,14	28,79	18,24	52,98	28,79	21,31	49,9
	Alcatel	0,99	-0,13	0,15	10,74	21,89	67,37	1,53	47,22	51,25
<b>Betas supérieurs à 1</b>	Orange	1,11	2,65	0,07	0,19	26,11	73,7	24,38	75,43	0,19
	PSA	1,2	2,87	0,08	0	0	100	0	80,23	19,77
	BNP	1,19	6,47	0,11	0	0	100	15,74	49,71	34,55
	Schneider	1,13	4,51	0,11	0	17,66	82,34	17,85	9,6	72,55
	St-Gobain	1,12	3,71	0,12	0	5	95	5,18	40,69	54,13
	Carrefour	1,11	3,31	0,13	0	56,43	43,57	54,89	21,5	23,61
	AXA	1,15	5,48	0,13	0	0	100	36,08	17,66	46,26
	CA	1,15	3,3	0,13	3,83	9,61	86,56	15,93	21,88	62,19
	Renault	1,18	3,65	0,15	0	0,77	99,23	10,56	53,93	35,51
	SG	1,31	8,05	0,18	0	0	100	29,75	19,19	51,06

### Annexe 7-betas fréquentiels d'Accor

Ce tableau présente une synthèse des estimations des betas fréquentiels de l'action Accor. Compte tenu du nombre important d'actions et de tableaux, les résultats pour les autres actions sont disponibles sur demande (contact : corresponding author).

ACCOR	D1	D2	D3	D4	D5	D6
BETA	0,9114521	1,0589144	1,1073219	1,0745427	1,0517364	1,18
T-stats	46,63	56,17	58,23	54,48	51,15	58
Constante	-2,83E-15	-2,88E-15	-2,89E-15	-2,89E-15	-2,87E-15	-2,92E-15
T-stats	-1,41E-11	-2,07E-11	-3,40E-11	-4,43E-11	-6,90E-11	-8,84E-11
R <sup>2</sup>	0,43	0,52	0,54	0,5	0,467	0,54
LB	1079	2197	4393	5361	10730	13370
ARCH	754	834	1589	2653	2845	2860,6
JB	2010	950	234	69	36	23,82

### Annexes 8: Analyse en composante principale du tableau 4 :

#### Matrice des corrélations:

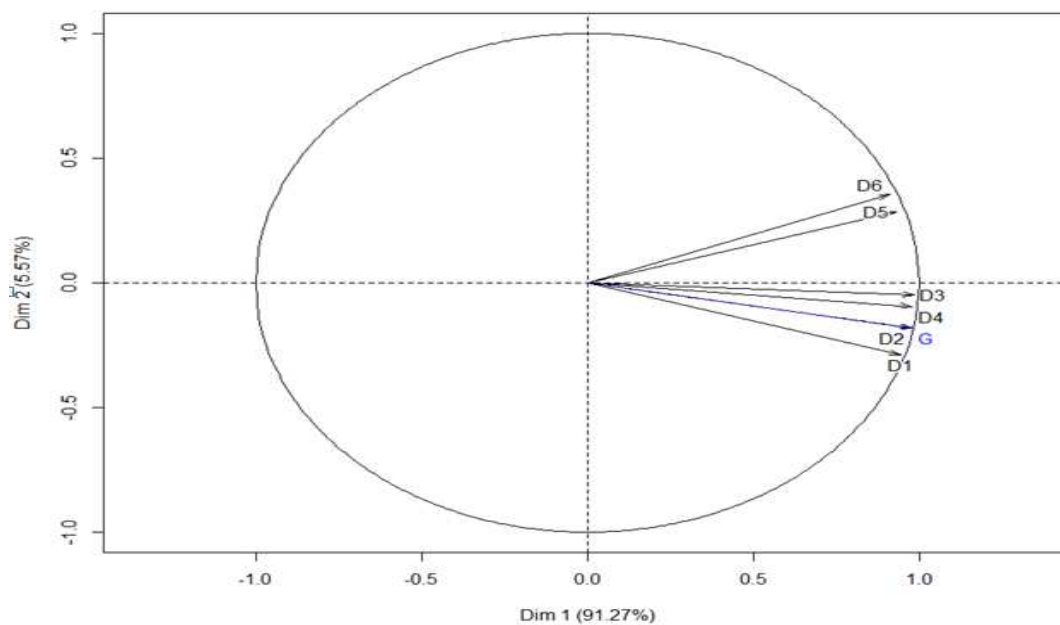
Corrélation	D1	D2	D3	D4	D5	D6	G
D1	1,00						
D2	0,98	1,00					
D3	0,93	0,97	1,00				
D4	0,94	0,96	0,98	1,00			
D5	0,80	0,86	0,89	0,88	1,00		
D6	0,77	0,83	0,88	0,85	0,91	1,00	
G	0,99	0,99	0,97	0,97	0,86	0,84	1,00

G=betas globaux

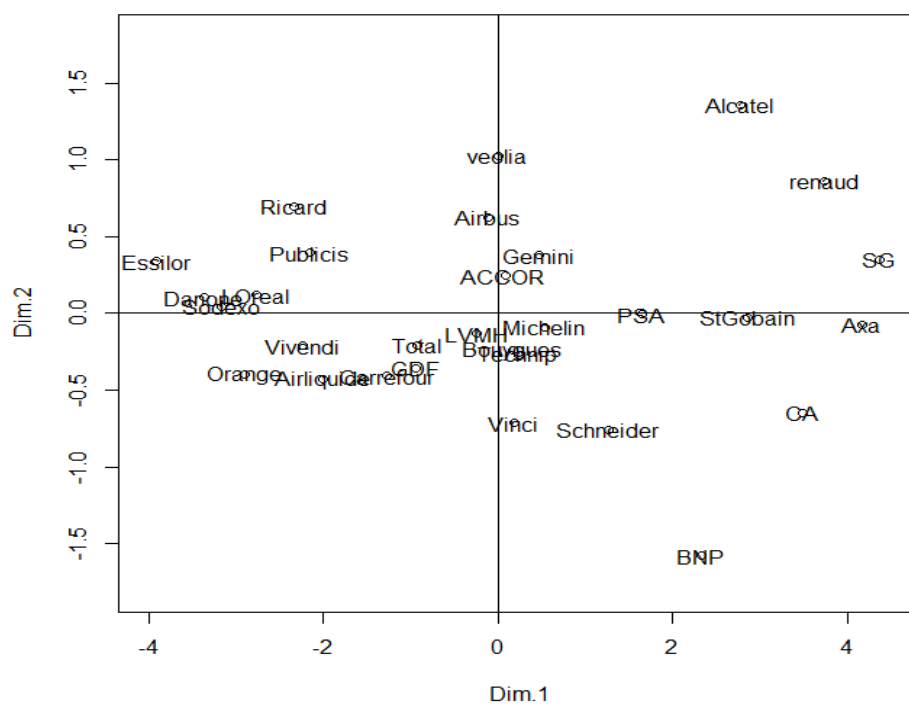
#### Contributions des bandes de fréquence aux axes factoriels :

En %	Axe 1	Axe 2
D1	16,29	24,94
D2	17,43	9,74
D3	17,73	0,68
D4	17,51	2,69
D5	15,82	24,35
D6	15,16	37,6

Cercle de corrélation avec en supplémentaires les betas globaux (G):



Projection des individus sur les deux premiers axes factoriels:





Annexe 9 : Test de comparaison des betas :

La lettre S indique une différence significative entre les deux betas tandis que NS traduit une différence non-significative.

Période Globale	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Accor	S	S	S	S	S	S
Airbus	NS	NS	S	NS	S	S
Airliquide	S	NS	S	S	NS	S
Alcatel	S	NS	S	S	S	S
Axa	S	S	NS	S	NS	S
BNP	NS	NS	S	S	S	S
Bouygues	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CA	S	NS	S	S	S	S
Carrefour	NS	NS	NS	NS	NS	S
Danone	NS	NS	S	S	NS	S
Essilor	NS	NS	S	NS	NS	NS
GDF	NS	NS	S	NS	NS	S
Gemini	NS	NS	S	NS	S	S
L'Oréal	S	NS	S	S	NS	S
LVMH	NS	NS	S	NS	S	NS
Michelin	S	NS	S	NS	NS	S
Orange	NS	NS	NS	S	S	S
PSA	S	S	S	S	S	S
Publicis	NS	NS	NS	S	S	S
Renault	NS	NS	S	S	S	S
Ricard	NS	NS	NS	NS	S	S
Schneider	NS	NS	S	NS	S	S
SG	S	NS	S	S	S	S
Sodexo	NS	NS	NS	NS	NS	NS
St-Gobain	NS	NS	NS	S	S	S
Technip	NS	NS	S	S	NS	NS
Total	NS	NS	S	NS	S	S
Veolia	NS	NS	S	S	S	S
Vinci	NS	NS	NS	S	S	S
Vivendi	NS	NS	NS	S	S	NS

Annexe 10 : Betas fréquentiels par périodes :

10-1 : Période 1 :

	Période 1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	ET des betas	Beta Global
Betas toujours inférieurs à 1	Carrefour	0,77	0,74	0,6	0,78	0,47	0,06	0,28	0,72 (<1)
	Danone	0,79	0,75	0,85	0,79	0,72	0,55	0,10	0,78 (<1)
	Essilor	0,66	0,48	0,59	0,73	0,96	0,17	0,26	0,6 (<1)
	L'Oréal	0,81	0,77	0,78	0,6	0,74	0,8	0,08	0,78 (<1)
	Orange	0,84	0,76	0,72	0,65	0,38	0,58	0,16	0,77 (<1)
	Publicis	0,67	0,72	0,57	0,71	0,61	0,39	0,12	0,67 (<1)
	Ricard	0,49	0,51	0,54	0,58	0,37	0,53	0,07	0,5 (<1)
	Vivendi	0,87	0,84	0,71	0,77	0,66	0,61	0,10	0,83 (<1)
Betas toujours supérieurs à 1	Alcatel	1,21	1,16	1,15	1,26	1,66	1,36	0,19	1,21 (>1)
	Axa	1,32	1,31	1,3	1,27	1,18	1,45	0,09	1,31 (>1)
	SG	1,24	1,23	1,29	1,27	1,29	1,49	0,10	1,25 (>1)
	Renaud	1,21	1,22	1,26	1,31	1,38	1,64	0,16	1,23 (>1)
	CA	1,22	1,13	1,17	1,26	1,28	1,32	0,07	1,2 (>1)
	Michelin	1,16	1,19	1,12	1,22	1,53	1,63	0,22	1,19 (>1)
Betas volatils par rapport à 1	Accor	1,01	1,03	0,91	0,97	1,53	1,07	0,22	1,01 (=)
	Air liquide	0,96	0,92	1,01	0,9	0,86	0,45	0,20	0,94 (=)
	Airbus	1,03	0,94	1,01	1,19	1,18	1,63	0,25	1,02 (=)
	BNP	1,27	1,24	1,29	1,12	1,06	1,02	0,12	1,25 (>1)
	Bouygues	1,1	1,01	1,03	1,37	1,35	1,06	0,16	1,09 (=)
	GDF	0,84	0,72	0,92	1,14	1,09	0,92	0,16	0,85 (<1)
	Gemini	1,14	1,42	1,49	1,6	1,66	0,88	0,30	1,28 (>1)
	LVMH	1	1,11	1,02	1,08	1,07	0,99	0,05	1,04 (=)
	PSA	1,02	1,02	1,1	1,05	1,28	0,69	0,19	1,03 (=)
	Schneider	1,01	1,08	1,15	1,38	0,89	1,21	0,17	1,07 (=)
	Sodexo	0,74	0,94	1,07	1,19	0,93	1,33	0,21	0,87 (<1)
	St-Gobain	1,13	1,03	1,12	1,25	1,02	0,9	0,12	1,11 (>1)
	Technip	1,04	0,9	1,11	1,16	0,83	1,64	0,29	1,03 (=)
	Total	0,93	0,99	0,85	0,86	1,17	1,24	0,16	0,94 (=)
	Veolia	0,61	0,65	0,88	0,98	0,66	0,82	0,15	0,68 (<1)
	Vinci	0,93	0,89	0,98	0,96	0,85	0,84	0,06	0,93 (=)

10-2 : Période 2

	Période 2	D1	D2	D3	D4	D5	D6	ET des betas	Beta global
Betas toujours inférieurs à 1	Vivendi	0,8	0,79	0,76	0,7	0,75	0,77	0,04	0,79 (<1)
	Sodexo	0,6	0,67	0,59	0,53	0,64	0,62	0,05	0,61 (<1)
	Carrefour	0,866	0,9	0,83	0,95	0,82	0,75	0,07	0,87 (<1)
	Essilor	0,43	0,42	0,33	0,47	0,55	0,41	0,07	0,42 (<2)
	Orange	0,65	0,63	0,59	0,52	0,51	0,43	0,08	0,62 (<1)
	Total	0,92	0,92	0,83	0,92	0,95	0,71	0,09	0,91(<1)
	Airbus	0,89	0,9	1,03	0,93	1,12	1,12	0,11	0,92 (<1)
	L'Oréal	0,7	0,69	0,55	0,48	0,63	0,77	0,11	0,67 (<1)
	Danone	0,62	0,64	0,51	0,34	0,45	0,71	0,14	0,59 (<1)
Betas toujours supérieurs à 1	Bouygues	1,09	1,08	1,13	1,09	1,06	1,21	0,05	1,09 (>1)
	Axa	1,55	1,68	1,67	1,8	1,76	1,999	0,15	1,62 (>1)
	St-Gobain	1,39	1,46	1,42	1,62	1,78	1,77	0,18	1,43 (>1)
	CA	1,45	1,58	1,75	1,92	1,44	1,55	0,19	1,55 (>1)
	SG	1,44	1,51	1,86	1,87	1,61	2,07	0,24	1,55 (<1)
	BNP	1,44	1,43	1,57	1,83	1,07	1,08	0,29	1,46 (>1)
	Alcatel	1,16	1,28	1,49	1,44	1,83	2,03	0,33	1,28 (>1)
	Renaud	1,27	1,44	1,67	1,69	1,46	2,24	0,34	1,41 (>1)
Betas volatils par rapport à 1	LVMH	0,95	1,006	1,06	1,02	0,96	0,92	0,05	0,98 (=)
	Vinci	1,19	1,2	1,17	1,08	1,02	1,17	0,07	1,18 (>1)
	Schneider	1,31	1,32	1,22	1,22	1,14	1,09	0,09	1,29 (>1)
	Technip	1,08	1,15	1,31	1,27	1,1	1,05	0,11	1,14 (>1)
	Michelin	1,04	1,16	1,32	1,17	1,028	1,23	0,11	1,11 (>1)
	GDF	0,94	1,02	0,84	0,92	0,95	0,69	0,12	0,95 (=)
	Gemini	0,99	1,06	1,09	1,06	1,22	1,3	0,12	1,03 (=)
	Air liquide	0,83	0,79	0,74	0,71	0,81	0,5	0,12	0,8 (<1)
	Ricard	0,68	0,75	0,79	0,68	0,78	1,02	0,13	0,72 (<1)
	Publicis	0,69	0,74	0,77	0,84	0,85	1,05	0,13	0,73 (<1)
	Accor	0,92	1,11	1,2	1,12	1,06	1,35	0,14	1,03 (=)
	PSA	1,03	1,27	1,43	1,41	1,44	1,08	0,18	1,17 (>1)
	Veolia	0,92	0,88	1,12	1,2	1,33	1,52	0,24	0,97 (=)

10-3 : Période 3

	Période 3	D1	D2	D3	D4	D5	D6	ET des betas	Beta global
Betas toujours inférieur à 1	Danone	0,86	0,77	0,59	0,67	0,87	0,92	0,13	0,797 (<1)
	Michelin	0,82	0,87	0,92	0,87	0,92	0,67	0,09	0,855 (<1)
	Publicis	0,67	0,71	0,82	0,87	0,8	0,48	0,14	0,716 (<1)
	Sodexo	0,57	0,61	0,66	0,74	0,54	0,44	0,10	0,6 (<1)
	Technip	0,63	0,75	0,82	0,77	0,75	0,8	0,07	0,7 (<1)
	Vivendi	0,74	0,77	0,8	0,83	0,68	0,69	0,06	0,758 (<1)
Betas toujours supérieur à 1	Carrefour	1,11	1,1	1,11	1,05	1,2	1,12	0,05	1,108 (>1)
	PSA	1,07	1,25	1,49	1,34	1,5	1,17	0,17	1,2 (>1)
	Schneider	1,17	1,03	1,04	1,25	1,26	1,06	0,11	1,13(>1)
	SG	1,26	1,36	1,34	1,38	1,49	1,52	0,10	1,31 (>1)
Betas volatils par rapport à 1	Accor	0,81	0,84	0,86	0,98	0,81	0,68	0,10	0,83 (<1)
	Airbus	0,98	1,12	1,14	0,96	1,32	1,47	0,20	1,05 (=)
	Air liquide	0,95	0,83	0,8	0,92	0,86	1,02	0,08	0,89 (<1)
	Alcatel	0,86	1,08	1,22	1,008	1,49	0,83	0,25	0,99 (=)
	Axa	1,15	1,2	1,13	1,18	1,06	0,94	0,10	1,15 (>1)
	BNP	1,2	1,2	1,29	1,09	1	1,05	0,11	1,19 (>1)
	Bouygues	0,92	0,83	0,9	1,006	0,93	0,68	0,11	0,9 (<1)
	CA	1,11	1,18	1,21	1,19	0,95	1,46	0,17	1,147 (>1)
	Essilor	0,98	0,91	0,82	0,91	1,06	0,96	0,08	0,94 (=)
	GDF	0,96	0,96	0,94	0,98	0,83	0,98	0,06	0,953 (=)
	Gemini	0,86	0,97	0,9	0,78	0,96	0,92	0,07	0,89 (<1)
	L'Oréal	0,96	0,87	0,77	0,76	0,82	0,98	0,09	0,9 (<1)
	LVMH	1,05	1,04	0,98	0,9	1,28	1,22	0,14	1,04 (=)
	Orange	1,11	1,16	1,015	1	1,15	1,11	0,07	1,106 (>1)
	Renaud	1,03	1,28	1,32	1,58	1,46	1,48	0,19	1,18 (>1)
	Ricard	0,67	0,65	0,62	0,79	0,97	1,18	0,22	0,68 (<1)
	St-Gobain	1,13	1,06	1,22	1,23	1,08	0,71	0,19	1,12 (>1)
	Total	1,002	1,003	1,04	1,12	1,02	0,98	0,05	1,014 (=)
	Veolia	0,77	0,89	0,94	0,9	0,99	0,98	0,08	0,839 (<1)
	Vinci	0,96	0,98	1,005	0,92	0,75	0,58	0,17	0,956 (=)

Annexe 11: Comparaison des betas fréquentiels par période :

11-1 : Période 1

Période 1	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Accor	NS	NS	NS	NS	S	NS
Airbus	NS	NS	NS	NS	NS	S
Airliquide	NS	NS	NS	NS	NS	S
Alcatel	NS	NS	NS	NS	S	NS
Axa	NS	NS	NS	NS	S	S
BNP	NS	NS	NS	S	S	S
Bouygues	NS	NS	NS	S	S	NS
CA	NS	NS	NS	NS	NS	S
Carrefour	NS	NS	S	NS	S	S
Danone	NS	NS	NS	NS	NS	S
Essilor	NS	S	NS	S	S	S
GDF	NS	NS	NS	S	S	NS
Gemini	NS	NS	S	S	S	S
L'Oréal	NS	NS	NS	S	NS	NS
LVMH	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Michelin	NS	NS	NS	NS	S	S
Orange	NS	NS	NS	NS	S	S
PSA	NS	NS	NS	NS	S	S
Publicis	NS	NS	NS	NS	NS	S
Renault	NS	NS	NS	NS	S	S
Ricard	NS	NS	NS	NS	S	NS
Schneider	NS	NS	NS	S	S	S
SG	NS	NS	NS	NS	NS	S
Sodexo	NS	NS	S	S	NS	S
St-Gobain	NS	NS	NS	S	NS	S
Technip	NS	NS	NS	NS	S	S
Total	NS	NS	NS	NS	S	S
Veolia	NS	NS	S	S	NS	S
Vinci	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Vivendi	NS	NS	S	NS	S	S

11-2 : Période 2

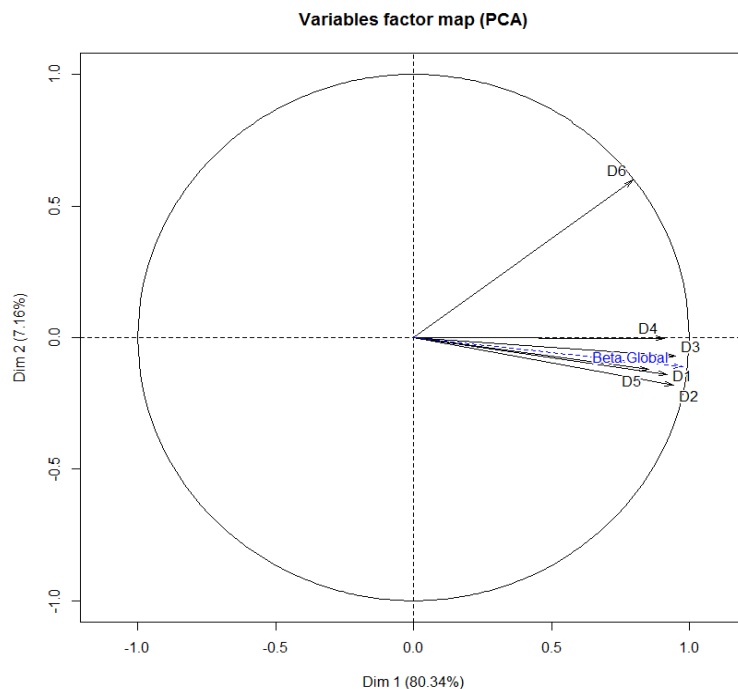
Période 2	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Accor	S	S	S	S	NS	S
Airbus	NS	NS	S	S	NS	S
Air liquide	NS	NS	S	NS	S	S
Alcatel	NS	NS	S	S	S	S
Axa	NS	NS	NS	S	S	S
BNP	NS	NS	NS	S	S	S
Bouygues	NS	NS	NS	NS	NS	S
CA	S	NS	S	S	S	NS
Carrefour	NS	NS	NS	S	NS	S
Danone	NS	NS	S	S	S	S
Essilor	NS	NS	S	NS	S	NS
GDF	NS	S	S	NS	NS	S
Gemini	NS	NS	NS	NS	S	S
L'Oréal	NS	NS	S	S	NS	S
LVMH	NS	NS	S	NS	NS	S
Michelin	NS	NS	S	NS	S	S
Orange	NS	NS	NS	S	S	S
PSA	S	NS	S	S	S	NS
Publicis	NS	NS	NS	S	S	S
Renault	S	NS	S	S	NS	S
Ricard	NS	NS	NS	NS	NS	S
Schneider	NS	NS	S	S	S	S
SG	S	NS	S	S	NS	S
Sodexo	NS	S	NS	S	NS	NS
St-Gobain	NS	NS	NS	S	S	S
Technip	NS	NS	S	S	NS	S
Total	NS	NS	S	NS	NS	S
Veolia	NS	NS	S	S	S	S
Vinci	NS	NS	NS	S	S	NS
Vivendi	NS	NS	NS	S	NS	NS

11-3 : Période 3

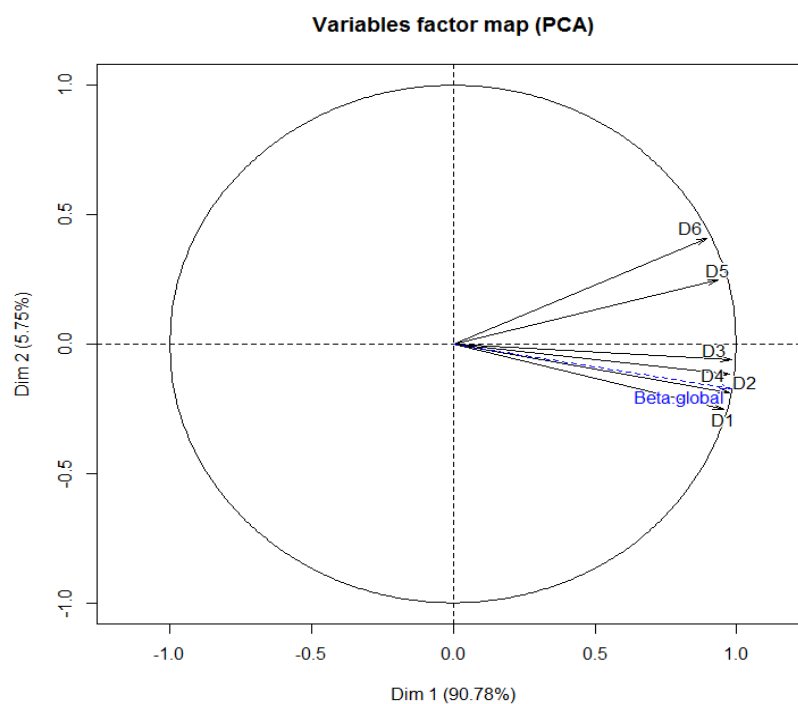
Période 3	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Accor	NS	NS	NS	S	NS	S
Airbus	NS	S	S	NS	NS	S
Air liquide	NS	NS	NS	NS	S	S
Alcatel	NS	NS	S	NS	S	NS
Axa	NS	NS	NS	NS	S	S
BNP	NS	NS	S	S	S	S
Bouygues	NS	NS	NS	NS	NS	S
CA	NS	NS	S	NS	S	S
Carrefour	NS	NS	NS	NS	S	NS
Danone	NS	NS	S	S	S	S
Essilor	NS	NS	S	NS	S	NS
GDF	NS	NS	NS	NS	S	NS
Gemini	NS	NS	NS	S	NS	NS
L'Oréal	NS	NS	S	S	NS	S
LVMH	NS	NS	NS	S	S	S
Michelin	NS	NS	NS	NS	NS	S
Orange	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PSA	S	NS	S	S	S	NS
Publicis	NS	NS	S	S	NS	S
Renault	S	NS	S	S	S	S
Ricard	NS	NS	NS	S	S	S
Schneider	NS	S	S	S	S	NS
SG	NS	NS	NS	NS	S	S
Sodexo	NS	NS	NS	S	NS	S
St-Gobain	NS	NS	S	S	NS	S
Technip	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Total	NS	NS	NS	S	NS	NS
Veolia	NS	NS	NS	NS	S	S
Vinci	NS	NS	NS	NS	S	S
Vivendi	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Annexe 12 : Cercles de corrélation des analyses en composantes principales  
pour les trois sous-périodes.

Période 1 :



Période 2 :





Période 3 :

